

CONTRATO Nº 001/2014



## **PLANO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR, SANTO AMARO E SAUBARA**

### **FASE 2 - TOMO III - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE PARTE 1/3**

**VOL 01** – RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E  
VIABILIDADE DO MUNICÍPIO DE SALVADOR

**VOL. 02** – RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E  
VIABILIDADE DOS MUNICÍPIOS DE LAURO DE FREITAS E SIMÕES  
FILHO

**GEOHIDRO**

DEZEMBRO DE 2015

**GOVERNADOR DO ESTADO DA BAHIA**

Rui Costa

**SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO**

Cássio Ramos Peixoto  
Secretário

**SUPERINTENDÊNCIA DE SANEAMENTO**

Carlos Fernando Gonçalves de Abreu  
Superintendente

**DIRETORIA DE SANEAMENTO URBANO**

Geraldo de Senna Luz  
Diretor

Anésio Miranda Fernandes  
Coordenador

**GRUPO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO – GAT**

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| Engenheiro Civil    | Carlos Fernando Gonçalves de Abreu |
| Engenheiro Civil    | Anésio Miranda Fernandes           |
| Analista Técnica    | Tônia Maria Dourado Vasconcelos    |
| Engenheira Civil    | Renata Silveira Fraga              |
| Engenheira Civil    | Márcia Faro Dantas                 |
| Engenheiro Civil    | Antonio Carlos Fiscina Mesquita    |
| Engenheiro Agrônomo | Leonardo de Sousa Lopes            |

**GEOHIDRO CONSULTORIA SOCIEDADE SIMPLES LTDA.**

**COORDENAÇÃO GERAL**

Carlos Francisco Cruz Vieira

**GERÊNCIA DE CONTRATO**

Carlos Alberto Carvalho Heleno

**COORDENAÇÃO TÉCNICA**

Engº. Civil e Sanitarista Edson Salvador Ferreira

**EQUIPE TÉCNICA**

Engenheiro Civil e Sanitarista

Engenheiro Civil

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Civil (Controle e Planejamento)

Engenheiro Civil

Engenheiro Civil

Engenheira Civil

Engenheiro Civil

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheiro Civil

Geógrafo

Designer Gráfico

Designer Gráfico

Projetista Cadista

Cadista

Estagiária

José Geraldo Barreto

Raydalvo Landim L. B. Louzeiro

Andrea Mota Marchesini

Jacqueline de Oliveira Fratel

André Luiz Andrade Queiroz

José Mário Guimarães Miranda

Swan Pires Marques e Amorim

Leonardo Muller Adaime

Alessandra da Silva Faria

Raquel Pereira de Souza

Samanta Ribeiro Oliveira

Renata Ramos Pinto

Olga Braga Oliveira

Gilza Chagas Maciel

Jamile Leite Bulhões

Francisco Henrique Mendonça

Maurílio Queirós Nepomuceno

Carlos Eduardo Araújo

Carlos Eugênio Ramos

Jair Santos Fernandes

Sérgio Marcos de Oliveira

Deise Vasquez

**RELATÓRIO PARCIAL****FASE 2 – TOMO III – RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE****VOLUMES 01 e 02 – RELATÓRIOS DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE – MUNICÍPIOS DE  
SALVADOR, LAURO DE FREITAS E SIMÕES FILHO****SUMÁRIO**

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| APRESENTAÇÃO.....                                                                                | 15  |
| 1.1 MANANCIAS E SISTEMAS ADUTORES DE ÁGUA BRUTA .....                                            | 16  |
| 1.1.1 Balanço hídrico do SIAA de Salvador .....                                                  | 18  |
| 1.1.2 Disponibilidade hídrica dos mananciais do SIAA de Salvador .....                           | 23  |
| 1.1.2.1 Considerações sobre a disponibilidade hídrica do reservatório de Pedra do Cavalo.....    | 23  |
| 1.1.2.2 Considerações sobre a disponibilidade hídrica do reservatório de Santa Helena.....       | 29  |
| 1.1.2.3 Considerações sobre a disponibilidade hídrica do Rio Pojuca.....                         | 31  |
| 1.1.2.4 Considerações sobre a potencialidade hídrica do Aquífero São Sebastião .....             | 39  |
| 1.1.3 Alternativas de aumento da disponibilidade hídrica para o SIAA de Salvador .....           | 45  |
| 1.1.3.1 Alternativa A.....                                                                       | 49  |
| 1.1.3.2 Alternativa B.....                                                                       | 100 |
| 1.1.3.3 Alternativa C.....                                                                       | 108 |
| 1.1.3.4 Alternativa D.....                                                                       | 128 |
| 1.1.3.5 Alternativa E.....                                                                       | 132 |
| 1.1.3.6 Alternativa F .....                                                                      | 144 |
| 1.1.3.7 Alternativa G .....                                                                      | 173 |
| 1.1.3.8 Alternativa H.....                                                                       | 183 |
| 1.1.3.9 Alternativa I .....                                                                      | 196 |
| 1.1.4 Análise Econômico-Financeira das Alternativas .....                                        | 208 |
| 1.1.5 Adequação dos Sistemas Adutores de Água Bruta para as ETA's do Parque da Bolandeira.....   | 212 |
| 1.1.6 Considerações sobre o projeto de ampliação do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II..... | 220 |
| 1.2 TRATAMENTO DE LODO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....                                   | 232 |
| 1.3 SISTEMA ADUTOR DE ÁGUA TRATADA.....                                                          | 233 |
| 1.3.1 Introdução .....                                                                           | 233 |
| 1.3.2 Ampliação da Adutora Principal .....                                                       | 233 |
| 1.3.2.1 Critérios Básicos Adotados .....                                                         | 234 |
| 1.3.2.2 Custos Unitários Adotados.....                                                           | 235 |
| 1.3.2.3 Descrição da Solução Adotada .....                                                       | 237 |
| 1.3.3 Ampliação da Subadutora R7 – R15.....                                                      | 250 |



|           |                                                                                         |     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.3.4     | Resumo dos Custos de Investimentos na Adutora Principal e Subadutora R7 - R15 .....     | 255 |
| 1.3.5     | Planilhas de Cálculo da Adutora Principal e Subadutora R7 – R15 .....                   | 256 |
| 1.3.5.1   | Adutora Principal ETA-R7 .....                                                          | 256 |
| 1.3.5.2   | Subadutora R7-R15 .....                                                                 | 262 |
| 1.4       | ESTUDO DE ALTERNATIVA DOS SETORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO SIAA DE SALVADOR .....    | 265 |
| 1.4.1     | Considerações Iniciais .....                                                            | 265 |
| 1.4.2     | Verificação Hidráulica das Linhas Tronco dos Setores da UMB .....                       | 271 |
| 1.4.2.1   | Setor R1 .....                                                                          | 271 |
| 1.4.2.2   | Setor R20 .....                                                                         | 272 |
| 1.4.2.3   | Setor R23 .....                                                                         | 273 |
| 1.4.3     | Verificação Hidráulica das Linhas Tronco dos Setores da UML .....                       | 276 |
| 1.4.3.1   | Setor R6 .....                                                                          | 276 |
| 1.4.3.2   | Setor R7 .....                                                                          | 278 |
| 1.4.3.3   | Setor R25 .....                                                                         | 280 |
| 1.4.4     | Verificação Hidráulica das Linhas Tronco dos Setores da UMF .....                       | 282 |
| 1.4.4.1   | Setor R3 .....                                                                          | 282 |
| 1.4.4.2   | Setor R4 .....                                                                          | 284 |
| 1.4.4.3   | Setor R5 e R15 .....                                                                    | 285 |
| 1.4.4.4   | Setor R19 .....                                                                         | 287 |
| 1.4.5     | Verificação Hidráulica das Linhas Tronco dos Setores da UMJ .....                       | 289 |
| 1.4.5.1   | Setor R10 .....                                                                         | 289 |
| 1.4.5.2   | Setor R14 .....                                                                         | 290 |
| 1.4.5.3   | Setor R17 .....                                                                         | 292 |
| 1.4.5.4   | Setor R18 .....                                                                         | 294 |
| 1.4.5.5   | Setor R21 .....                                                                         | 296 |
| 1.4.6     | Estimativas de Custos para as Intervenções e Ampliações nos Setores de Abastecimento .. | 301 |
| 1.4.6.1   | Reservação .....                                                                        | 301 |
| 1.4.6.2   | Estações Elevatórias Setoriais e Linhas de Recalque .....                               | 302 |
| 1.4.6.3   | Linhas-Tronco dos Setores de Abastecimento .....                                        | 305 |
| 1.4.6.4   | Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) para as Linhas-Tronco de Distribuição .....        | 305 |
| 1.4.6.5   | Redes Secundárias e Ligações Domiciliares dos Setores de Abastecimento .....            | 307 |
| 1.4.6.6   | Quadro-Resumo dos Custos Totais para cada Setor de Abastecimento da RMS .....           | 309 |
| APENDICES |                                                                                         |     |
| MAPAS     |                                                                                         |     |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.1</b> - Principais mananciais e sistemas de abastecimento de água da RMS .....                                                                                                                                             | 17 |
| <b>Figura 1.2</b> - Balanço entre disponibilidade existente e demandas projetadas no período de alcance do Plano, para o SIAA de Salvador.....                                                                                         | 22 |
| <b>Figura 1.3</b> - Dados operacionais do reservatório de Pedra do Cavalo no período novembro/2006 – maio/2014 .....                                                                                                                   | 25 |
| <b>Figura 1.4</b> - Demandas dos demais sistemas de abastecimento que se utilizam da represa de Pedra do Cavalo.....                                                                                                                   | 27 |
| <b>Figura 1.5</b> - Localização dos eixos analisados para a implantação da barragem de Itapecerica .....                                                                                                                               | 33 |
| <b>Figura 1.6</b> - Representação gráfica das bacias de acumulação (cotas 40,00; 41,00 e 45,00 m) .....                                                                                                                                | 35 |
| <b>Figura 1.7</b> - Representação gráfica das bacias de acumulação (cotas 47,00; 48,00 e 50,00 m) .....                                                                                                                                | 36 |
| <b>Figura 1.8</b> - Área efetiva de cálculo do potencial aquífero .....                                                                                                                                                                | 40 |
| <b>Figura 1.9</b> - Seção geológica da Bacia do Recôncavo entre a Orla de Camaçari e Maragogipe, com detalhe do Baixo de Camaçari.....                                                                                                 | 41 |
| <b>Figura 1.10</b> - Localização das áreas prioritárias para locação de poços de abastecimento de água nos municípios de Simões Filho e Camaçari .....                                                                                 | 43 |
| <b>Figura 1.11</b> - Balanço entre a disponibilidade existente e as demandas projetadas .....                                                                                                                                          | 46 |
| <b>Figura 1.12</b> - Balanço entre a disponibilidade após ampliação da capacidade de Santa Helena e as demandas projetadas.....                                                                                                        | 47 |
| <b>Figura 1.13</b> - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa A .....                                                                                                               | 52 |
| <b>Figura 1.14</b> - Adequação da captação no rio Jacumirim (implantação de poços de sucção na elevatória existente para alimentação através derivação da nova adutora Santa Helena - Joanes II, para NA abaixo da cota 17,00 m) ..... | 54 |
| <b>Figura 1.15</b> - Condições operacionais das bombas EBARA na elevatória de Pedra do Cavalo .....                                                                                                                                    | 62 |
| <b>Figura 1.16</b> - Associação de duas bombas FLOWSERVE 16 - LN - 35, equipadas com rotor de 32", com três bombas EBARA .....                                                                                                         | 62 |
| <b>Figura 1.17</b> - Recalque da captação de Pedra do Cavalo para o Canal de água bruta (associação em paralelo de 4 Bombas EBARA com 3 Bombas FLOWSERVE) .....                                                                        | 66 |
| <b>Figura 1.18</b> - Concepção do <i>booster</i> da adutora de Pedra do Cavalo .....                                                                                                                                                   | 68 |
| <b>Figura 1.19</b> - Captação de água subterrânea e adução para a ETA Principal .....                                                                                                                                                  | 74 |
| <b>Figura 1.20</b> - Arranjo geral de 13 poços para a vazão média de 507 L/s .....                                                                                                                                                     | 74 |
| <b>Figura 1.21</b> - Solução proposta para ampliação da ETA Principal .....                                                                                                                                                            | 86 |
| <b>Figura 1.22</b> - Análise de funcionamento das bombas para os rotores existentes de 37,9" .....                                                                                                                                     | 93 |
| <b>Figura 1.23</b> - Análise de funcionamento das bombas existentes, com cinco e seis bombas em operação.....                                                                                                                          | 95 |
| <b>Figura 1.24</b> - Solução proposta para ampliação da elevatória existente .....                                                                                                                                                     | 98 |

|                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1.25</b> - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa B .....                                        | 102 |
| <b>Figura 1.26</b> - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa C .....                                        | 110 |
| <b>Figura 1.27</b> - Planta e Perfil da Adutora do Rio Pojuca para a Represa Santa Helena .....                                                                 | 117 |
| <b>Figura 1.28</b> - Desenho esquemático da estrutura de captação a fio d'água no rio Pojuca .....                                                              | 124 |
| <b>Figura 1.29</b> - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa D .....                                        | 130 |
| <b>Figura 1.30</b> - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa E .....                                        | 134 |
| <b>Figura 1.31</b> - Captação de água subterrânea e adução para a ETA Principal – Alternativa E .....                                                           | 135 |
| <b>Figura 1.32</b> - Arranjo geral de 30 poços para a vazão média de 1.500 L/s – Alternativa E .....                                                            | 135 |
| <b>Figura 1.33</b> - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa F .....                                        | 146 |
| <b>Figura 1.34</b> - Caracterização da barragem no eixo de Jusante .....                                                                                        | 154 |
| <b>Figura 1.35</b> - Caracterização da barragem no eixo de Montante .....                                                                                       | 155 |
| <b>Figura 1.36</b> - Planta e Perfil da Adutora do rio Pojuca para a Represa de Santa Helena, Captação a fio D'água .....                                       | 156 |
| <b>Figura 1.37</b> - Desenho esquemático da estrutura de captação em barragem de acumulação no rio Pojuca .....                                                 | 163 |
| <b>Figura 1.38</b> - Curva paramétrica que relaciona o preço do barramento com o volume acumulado .....                                                         | 165 |
| <b>Figura 1.39</b> - Percentual de projeto sobre o valor da obra. Projetos de complexidade normal .....                                                         | 166 |
| <b>Figura 1.40</b> - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa G .....                                        | 175 |
| <b>Figura 1.41</b> - Recalque da Captação de Pedra do Cavalo para o Canal de Água Bruta (associação em paralelo de 7 Bombas EBARA) .....                        | 177 |
| <b>Figura 1.42</b> - Recalque da Captação de Pedra do Cavalo para o Canal de Água Bruta (associação em paralelo de 6 Bombas EBARA com 3 Bombas Flowserve) ..... | 178 |
| <b>Figura 1.43</b> - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa H .....                                        | 185 |
| <b>Figura 1.44</b> - Captação de água subterrânea e adução para a ETA Principal .....                                                                           | 186 |
| <b>Figura 1.45</b> - Arranjo geral de uma das áreas com 20 poços para a vazão de 1.569 L/s .....                                                                | 186 |
| <b>Figura 1.46</b> - Croqui do funcionamento dos sistemas adutores de água bruta na Alternativa I .....                                                         | 196 |
| <b>Figura 1.47</b> - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa I .....                                        | 198 |
| <b>Figura 1.48</b> - Adutora de água bruta Joanes II - ETA Principal com escoamento inverso .....                                                               | 199 |
| <b>Figura 1.49</b> - Recalque da Captação de Pedra do Cavalo para o Canal de Água Bruta – Associação em paralelo de bombas EBARA .....                          | 203 |

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1.50 - Composição do custo total das alternativas, ordenadas pelo custo total, do menor para o maior</b>       | 210 |
| <b>Figura 1.51 - Composição do custo operacional das alternativas, ordenadas pelo custo total, do menor para o maior</b> | 210 |
| <b>Figura 1.52 - Croqui atual (perfil) da adutora Ipitanga I - Bolandeira</b>                                            | 212 |
| <b>Figura 1.53 - Croquis atual (perfil) das adutoras Joanes I - Bolandeira</b>                                           | 213 |
| <b>Figura 1.54 - Mapa com esboço da Adução da Interligação Ipitanga I com Joanes I para a Bolandeira</b>                 | 215 |
| <b>Figura 1.55 - Perfil de Adução Ipitanga I / Bolandeira, após interligação com Joanes I</b>                            | 216 |
| <b>Figura 1.56 - Perfil de Adução Joanes I / Bolandeira, após interligação com Ipitanga</b>                              | 217 |
| <b>Figura 1.57 - Concepção do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II conforme projeto da EMBASA</b>                     | 226 |
| <b>Figura 1.58 - Configuração Atual da Adutora Principal e Ramais</b>                                                    | 239 |
| <b>Figura 1.59 - Configuração Ampliada da Adutora Principal e Ramais (atendimento até o ano 2040)</b>                    | 240 |
| <b>Figura 1.60 - Perfil Piezométrico da Adutora Principal</b>                                                            | 243 |
| <b>Figura 1.61 - Perfis Piezométricos Derivações R21A, R21B e R23A/R23B</b>                                              | 244 |
| <b>Figura 1.62 - Perfis Piezométricos Derivações R18, R10 e R17</b>                                                      | 245 |
| <b>Figura 1.63 - Perfis Piezométricos Derivações R20/R14 e R6/R25</b>                                                    | 246 |
| <b>Figura 1.64 - Configuração Ampliada da Subadutora R7-R15 e Ramais (Atendimento até o ano de 2040)</b>                 | 251 |
| <b>Figura 1.65 - Perfil Piezométrico Linha Principal da solução da Subadutora R7-R15</b>                                 | 253 |
| <b>Figura 1.66 - Perfil Piezométrico Ramais da solução Subadutora R7-R15</b>                                             | 254 |
| <b>Figura 1.67 - Setorização proposta para o Sistema de Distribuição do SIAA de Salvador</b>                             | 268 |



**LISTA DE QUADROS**

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Quadro 1.1</b> - Vazões regularizadas e disponibilidade dos mananciais do SIAA de Salvador .....                                     | 18 |
| <b>Quadro 1.2</b> - Projeção das demandas médias de água tratada no SIAA de Salvador .....                                              | 20 |
| <b>Quadro 1.3</b> - Projeção das demandas médias de água bruta no SIAA de Salvador .....                                                | 20 |
| <b>Quadro 1.4</b> - Vazões históricas consideradas nos estudos de vazão regularizada de Pedra do Cavalo .....                           | 24 |
| <b>Quadro 1.5</b> - Demandas de água da represa de Pedra do Cavalo, em m³/s.....                                                        | 26 |
| <b>Quadro 1.6</b> - Volumes disponíveis para regularização e vazões em Pedra do Cavalo .....                                            | 28 |
| <b>Quadro 1.7</b> - Vazão regularizada com 100% de permanência em Santa Helena estimada em estudos anteriores (m³/s).....               | 29 |
| <b>Quadro 1.8</b> - Volumes correspondentes aos níveis operacionais dos reservatórios .....                                             | 30 |
| <b>Quadro 1.9</b> - Vazões regularizadas em Santa Helena para cenários mais recentes .....                                              | 30 |
| <b>Quadro 1.10</b> - Vazões disponíveis para abastecimento no reservatório de Santa Helena, conforme estudos deste Plano .....          | 31 |
| <b>Quadro 1.11</b> - Vazões disponíveis para captação a fio d'água no rio Pojuca na seção considerada.....                              | 32 |
| <b>Quadro 1.12</b> - Coordenadas dos pontos extremos dos eixos analisados .....                                                         | 32 |
| <b>Quadro 1.13</b> - Áreas e volumes de acumulação para variados níveis no Barramento de Jusante .....                                  | 34 |
| <b>Quadro 1.14</b> - Áreas e volumes de acumulação para variados níveis no Barramento de Montante .....                                 | 34 |
| <b>Quadro 1.15</b> - Barragem de Itapecerica - Resultados da Simulação "Cascata" para a Seção de Montante ....                          | 37 |
| <b>Quadro 1.16</b> - Barragem de Itapecerica - Resultados da Simulação "Cascata" para a Seção de Jusante .....                          | 37 |
| <b>Quadro 1.17</b> - Barragem de Itapecerica - Resultados da Simulação "Cascata" Seção de Jusante - N.A. máximo normal cota 30,0 m..... | 38 |
| <b>Quadro 1.18</b> - Barragem de Itapecerica - Resultados da Simulação "Cascata" Seção de Jusante - N.A. máximo normal cota 35,0 m..... | 38 |
| <b>Quadro 1.19</b> - Cálculo das reservas hídricas, potencialidade e disponibilidade dos aquíferos na área estudada .....               | 42 |
| <b>Quadro 1.20</b> - Caracterização geral das alternativas de ampliação da oferta hídrica para o SIAA de Salvador .....                 | 48 |
| <b>Quadro 1.21</b> - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa A.....       | 50 |
| <b>Quadro 1.22</b> - Estimativa de custo das ampliações para aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m..                           | 55 |
| <b>Quadro 1.23</b> - Custo de operação do Recalque Santa Helena - Jacumirim .....                                                       | 56 |
| <b>Quadro 1.24</b> - Custo de energia do Recalque Joanes II - ETA Principal.....                                                        | 57 |
| <b>Quadro 1.25</b> - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água na ETA Principal.....                                      | 58 |
| <b>Quadro 1.26</b> - Custo de manutenção de novas adutoras e elevatórias.....                                                           | 59 |
| <b>Quadro 1.27</b> - Características das bombas da captação de Pedra do Cavalo .....                                                    | 60 |
| <b>Quadro 1.28</b> - Vazões recalçadas pela Estação Elevatória de Pedra do Cavalo .....                                                 | 60 |
| <b>Quadro 1.29</b> - Condições operacionais das Bombas de Eixo Horizontal associadas às Bombas EBARA.....                               | 63 |
| <b>Quadro 1.30</b> - Vazões possíveis do Sistema de Pedra do Cavalo .....                                                               | 64 |

|                                                                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Quadro 1.31 - Custo das obras civis e equipamentos do <i>booster</i> da adutora de Pedra do Cavalo – Alternativa A.....</b>                                    | <b>69</b>  |
| <b>Quadro 1.32 - Custo de energia, pessoal de operação e manutenção do <i>booster</i> da adutora de Pedra do Cavalo.....</b>                                      | <b>70</b>  |
| <b>Quadro 1.33 - Custo do acréscimo de energia, do pessoal de operação e manutenção dos novos investimentos da elevatória de captação em Pedra do Cavalo.....</b> | <b>71</b>  |
| <b>Quadro 1.34 - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água na ETA Principal.....</b>                                                                | <b>72</b>  |
| <b>Quadro 1.35 - Perdas de carga nas adutoras dos poços .....</b>                                                                                                 | <b>73</b>  |
| <b>Quadro 1.36 - Estimativa de custo dos poços no Aquífero São Sebastião, com vazão média de 507 L/s – Alternativa A.....</b>                                     | <b>75</b>  |
| <b>Quadro 1.37 - Custo de energia da bateria de 13 poços profundos.....</b>                                                                                       | <b>76</b>  |
| <b>Quadro 1.38 - Custo de energia do recalque da caixa de reunião dos poços para a ETA Principal .....</b>                                                        | <b>77</b>  |
| <b>Quadro 1.39 - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água dos poços - Cloração e Fluoreação .....</b>                                              | <b>78</b>  |
| <b>Quadro 1.40 - Custo de pessoal de operação e manutenção de novas adutoras e elevatórias.....</b>                                                               | <b>79</b>  |
| <b>Quadro 1.41 - Vazões afluentes à ETA Principal para as alternativas previstas.....</b>                                                                         | <b>80</b>  |
| <b>Quadro 1.42 - Vazões na entrada da ETA Principal no período Junho/2012 - Julho/2014 .....</b>                                                                  | <b>80</b>  |
| <b>Quadro 1.43 - Ampliações previstas nas principais unidades da ETA Principal.....</b>                                                                           | <b>84</b>  |
| <b>Quadro 1.44 - Custos de ampliação da ETA Principal para as alternativas consideradas .....</b>                                                                 | <b>85</b>  |
| <b>Quadro 1.45 - Custos estimados de investimento e operação da alternativa de Ultrafiltração para 3,5 m³/s...88</b>                                              |            |
| <b>Quadro 1.46 - Cálculo do custo unitário com produtos químicos na ETA Principal.....</b>                                                                        | <b>89</b>  |
| <b>Quadro 1.47 - Pontos de trabalho das bombas na elevatória existente .....</b>                                                                                  | <b>92</b>  |
| <b>Quadro 1.48 - Pontos de trabalho das bombas com ampliação da elevatória para atender a vazão de fim de plano .....</b>                                         | <b>94</b>  |
| <b>Quadro 1.49 - Condição operacional da elevatória de água tratada conforme estudos de concepção do projeto da EMBASA .....</b>                                  | <b>96</b>  |
| <b>Quadro 1.50 - Sistema operacional da elevatória de água tratada adotada no presente Plano.....</b>                                                             | <b>97</b>  |
| <b>Quadro 1.51 - Custos de ampliação da elevatória de água tratada previstos no presente Plano .....</b>                                                          | <b>99</b>  |
| <b>Quadro 1.52 - Resumo dos custos da Alternativa A.....</b>                                                                                                      | <b>99</b>  |
| <b>Quadro 1.53 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa B.....</b>                                 | <b>101</b> |
| <b>Quadro 1.54 - Estimativa de custo da duplicação parcial (17.130 m) da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo – Alternativa B.....</b>                        | <b>104</b> |
| <b>Quadro 1.55 - Custo do acréscimo de energia, do pessoal de operação e de manutenção dos novos investimentos no sistema adutor de Pedra do Cavalo .....</b>     | <b>105</b> |
| <b>Quadro 1.56 - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água na ETA Principal.....</b>                                                                | <b>106</b> |
| <b>Quadro 1.57 - Resumo dos custos da Alternativa B.....</b>                                                                                                      | <b>107</b> |
| <b>Quadro 1.58 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa C .....</b>                                | <b>109</b> |

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Quadro 1.59</b> - Estimativa de custo das ampliações para aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m – Alternativa C .....         | 112 |
| <b>Quadro 1.60</b> - Custo de energia e do pessoal de operação do recalque Santa Helena - Jacumirim .....                                 | 113 |
| <b>Quadro 1.61</b> - Custo de energia e do pessoal de operação do recalque Joanes II - ETA Principal .....                                | 114 |
| <b>Quadro 1.62</b> - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água na ETA Principal .....                                       | 115 |
| <b>Quadro 1.63</b> - Custo de manutenção de novas adutoras e elevatórias .....                                                            | 116 |
| <b>Quadro 1.64</b> - Alternativa de diâmetro - captação à fio d'água no rio Pojuca, DN 800 mm .....                                       | 119 |
| <b>Quadro 1.65</b> - Alternativa de diâmetro - captação à fio d'água no rio Pojuca, DN 700 mm .....                                       | 121 |
| <b>Quadro 1.66</b> - Alternativa de diâmetro - captação à fio d'água no rio Pojuca, DN 600 mm .....                                       | 123 |
| <b>Quadro 1.67</b> - Estimativa de custo das estruturas de Reversão do rio Pojuca para a represa de Santa Helena .....                    | 125 |
| <b>Quadro 1.68</b> - Custo de operação do recalque Pojuca - Santa Helena DN 600 mm, para a vazão de 580 L/s .....                         | 126 |
| <b>Quadro 1.69</b> - Resumo dos custos da Alternativa C .....                                                                             | 127 |
| <b>Quadro 1. 70</b> - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa D .....       | 129 |
| <b>Quadro 1. 71</b> - Resumo dos custos da Alternativa D .....                                                                            | 131 |
| <b>Quadro 1.72</b> - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa E .....        | 133 |
| <b>Quadro 1.73</b> - Perdas de Carga nas Adutoras dos Poços – Alternativa E .....                                                         | 136 |
| <b>Quadro 1.74</b> - Estimativa de custo dos poços no Aquífero São Sebastião, com Vazão Média de 1.500 L/s .....                          | 137 |
| <b>Quadro 1.75</b> - Custo de energia da bateria de 30 poços profundos .....                                                              | 138 |
| <b>Quadro 1.76</b> - Custo de energia do recalque da caixa de reunião dos poços para a ETA Principal .....                                | 139 |
| <b>Quadro 1.77</b> - Custo de produtos químicos usados no Tratamento da Água .....                                                        | 140 |
| <b>Quadro 1.78</b> - Custo de pessoal de operação e manutenção de novas adutoras e elevatórias .....                                      | 141 |
| <b>Quadro 1.79</b> - Custo de pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo .....                                      | 142 |
| <b>Quadro 1.80</b> - Resumo dos Custos da Alternativa E .....                                                                             | 143 |
| <b>Quadro 1.81</b> - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa F .....        | 145 |
| <b>Quadro 1.82</b> - Estimativa de custo das ampliações para aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m .....                         | 148 |
| <b>Quadro 1.83</b> - Custo de energia e de pessoal de operação do recalque Santa Helena - Jacumirim .....                                 | 149 |
| <b>Quadro 1.84</b> - Custo de energia e pessoal de operação do recalque Joanes II - ETA Principal .....                                   | 150 |
| <b>Quadro 1.85</b> - Custo de produtos químicos na ETA Principal e pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo ..... | 151 |
| <b>Quadro 1.86</b> - Custo de manutenção de novas adutoras e elevatórias .....                                                            | 152 |
| <b>Quadro 1.87</b> - Alternativa de diâmetro - captação em barragem de acumulação no rio Pojuca, DN 1000 mm .....                         | 158 |

|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Quadro 1.88</b> - Alternativa de diâmetro - captação em barragem de acumulação no rio Pojuca, DN 1200 mm .....                   | 160 |
| <b>Quadro 1.89</b> - Alternativa de diâmetro - captação em barragem de acumulação no rio Pojuca, DN 1500 mm .....                   | 162 |
| <b>Quadro 1.90</b> - Características e Custos das Barragens de Referência (Base: Julho/2014) .....                                  | 164 |
| <b>Quadro 1.91</b> - Coeficiente de ajuste para custo de consultoria .....                                                          | 167 |
| <b>Quadro 1.92</b> - Custo de desapropriação das Barragens de Referência (Base: Jul/2014) .....                                     | 167 |
| <b>Quadro 1.93</b> - Resumo dos investimentos e de desapropriação da barragem no rio Pojuca (Data base: Jul/2014) .....             | 168 |
| <b>Quadro 1.94</b> - Estimativa de custo das estruturas de Reversão do rio Pojuca para a represa de Santa Helena .....              | 169 |
| <b>Quadro 1.95</b> - Custo de operação do recalque Pojuca - Santa Helena DN 1000 mm, para a vazão média de 2007 L/s .....           | 170 |
| <b>Quadro 1.96</b> - Custo de pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo .....                                | 171 |
| <b>Quadro 1.97</b> - Resumo dos Custos da Alternativa F .....                                                                       | 172 |
| <b>Quadro 1.98</b> - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa G .....  | 174 |
| <b>Quadro 1.99</b> - Estimativa de custo da duplicação parcial (20.370 m) da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo .....         | 179 |
| <b>Quadro 1.100</b> - Custo do acréscimo de energia e manutenção da elevatória de captação em Pedra do Cavalo .....                 | 180 |
| <b>Quadro 1.101</b> - Custo de Produtos Químicos Usados no Tratamento da Água na ETA Principal .....                                | 181 |
| <b>Quadro 1.102</b> - Resumo dos Custos da Alternativa G .....                                                                      | 182 |
| <b>Quadro 1.103</b> - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa H ..... | 184 |
| <b>Quadro 1.104</b> - Perdas de carga nas adutoras dos poços .....                                                                  | 187 |
| <b>Quadro 1.105</b> - Estimativa de custo dos poços no Aquífero São Sebastião, com vazão média de 2.007 L/s .....                   | 188 |
| <b>Quadro 1.106</b> - Custo de energia da bateria de 40 poços profundos .....                                                       | 190 |
| <b>Quadro 1.107</b> - Custo de Energia do Recalque da Caixa de Reunião dos Poços para a ETA Principal .....                         | 191 |
| <b>Quadro 1.108</b> - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água .....                                                 | 192 |
| <b>Quadro 1.109</b> - Custo de pessoal de operação e manutenção de novas adutoras e elevatórias .....                               | 193 |
| <b>Quadro 1.110</b> - Custo de pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo .....                               | 194 |
| <b>Quadro 1.111</b> - Resumo dos Custos da Alternativa H .....                                                                      | 195 |
| <b>Quadro 1.112</b> - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa I ..... | 197 |
| <b>Quadro 1.113</b> - Custo de energia e pessoal de operação do recalque Jacumirim – Joanes II .....                                | 200 |
| <b>Quadro 1.114</b> - Estimativa de custo da duplicação total da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo – Alternativa I .....     | 204 |

|                                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Quadro 1.115 - Custo do acréscimo de energia e manutenção na elevatória de captação em Pedra do Cavalo</b> .....                                                                                                 | 205 |
| <b>Quadro 1.116 - Custo de Produtos Químicos Usados no Tratamento da Água na ETA Principal</b> .....                                                                                                                | 206 |
| <b>Quadro 1.117 - Resumo dos Custos da Alternativa I</b> .....                                                                                                                                                      | 207 |
| <b>Quadro 1.118 - Caracterização Geral dos Custos das Alternativas</b> .....                                                                                                                                        | 209 |
| <b>Quadro 1.119 - Resumo dos custos e classificação das alternativas pelo custo total (do menor para o maior)</b> .....                                                                                             | 210 |
| <b>Quadro 1.120 - Características das chaminés da adutora de aço Joanes I - Bolandeira</b> .....                                                                                                                    | 214 |
| <b>Quadro 1.121 - Estimativa de custo das ampliações dos Sistemas Adutores de Água Bruta para o Parque da Bolandeira</b> .....                                                                                      | 218 |
| <b>Quadro 1.122 - Custo de energia da elevatória Joanes I - Bolandeira</b> .....                                                                                                                                    | 219 |
| <b>Quadro 1.123 - Resumo das demandas concorrentes para o SIAA de Salvador estimadas no presente Plano</b> .....                                                                                                    | 220 |
| <b>Quadro 1.124 - Balanço das vazões médias dos mananciais para atendimento das vazões previstas nas ETA's Bolandeira e Principal, com ampliação da capacidade de Santa Helena (captação na cota 10,00 m)</b> ..... | 221 |
| <b>Quadro 1.125 - Balanço Fases de Ampliação e Etapas de Projeto do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II</b> .....                                                                                               | 223 |
| <b>Quadro 1.126 - Disponibilidade de água dos mananciais considerada no projeto da EMBASA</b> .....                                                                                                                 | 224 |
| <b>Quadro 1.127 - Demandas dos SIAAs de Salvador e do Recôncavo consideradas no projeto da EMBASA</b> .....                                                                                                         | 224 |
| <b>Quadro 1.128 - Demandas Médias de Água bruta e Disponibilidade de Água dos Mananciais</b> .....                                                                                                                  | 224 |
| <b>Quadro 1.129 - Análise comparativa dos parâmetros de cálculo do balanço “disponibilidade dos mananciais x demandas” utilizados no Projeto da EMBASA e no presente Plano</b> .....                                | 229 |
| <b>Quadro 1.130 - Demandas máximas diárias dos setores abastecidos pela adutora ETA-R7</b> .....                                                                                                                    | 235 |
| <b>Quadro 1.131 - Custo de materiais e serviços das tubulações</b> .....                                                                                                                                            | 235 |
| <b>Quadro 1.132 - Custo de materiais e serviços das tubulações em aço carbono</b> .....                                                                                                                             | 236 |
| <b>Quadro 1.133 - Resultado da simulação na linha principal</b> .....                                                                                                                                               | 241 |
| <b>Quadro 1.134 - Resultado da simulação nos ramais</b> .....                                                                                                                                                       | 242 |
| <b>Quadro 1.135 - Perda de carga localizada nas válvula imediatamente a montante dos reservatório</b> .....                                                                                                         | 242 |
| <b>Quadro 1.136 - Custo das Ampliações da Adutora Principal e dos Ramais</b> .....                                                                                                                                  | 247 |
| <b>Quadro 1.137 - Custo das válvulas reguladoras de vazão da Adutora Principal</b> .....                                                                                                                            | 247 |
| <b>Quadro 1.138 - Custo de energia elétrica do recalque da EEAT da ETA Principal para o <i>Stand pipe</i></b> .....                                                                                                 | 248 |
| <b>Quadro 1.139 - Custo de energia elétrica do recalque da Elevatória Alta Carga da ETA Bolandeira para o R7 (Cabula)</b> .....                                                                                     | 249 |
| <b>Quadro 1.140 - Demandas máximas diárias da Subadutora R7-R15</b> .....                                                                                                                                           | 250 |
| <b>Quadro 1.141 - Resultados da linha principal da Subadutora R7-R15</b> .....                                                                                                                                      | 252 |
| <b>Quadro 1.142 - Resultados dos ramais da Subadutora R7-R15</b> .....                                                                                                                                              | 252 |
| <b>Quadro 1.143 - Perdas de carga localizada nas válvulas reguladoras</b> .....                                                                                                                                     | 252 |
| <b>Quadro 1.144 - Custo das válvulas reguladoras de vazão para a Subadutora R7-R15</b> .....                                                                                                                        | 255 |



|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Quadro 1.145</b> - Custo das intervenções em água tratada .....                                     | 255 |
| <b>Quadro 1.146</b> - Configuração atual dos Reservatórios SIAA .....                                  | 266 |
| <b>Quadro 1.147</b> - Configuração Setorização Proposta dos Reservatórios .....                        | 269 |
| <b>Quadro 1.148</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R1 .....                              | 271 |
| <b>Quadro 1.149</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R1 .....                                | 272 |
| <b>Quadro 1.150</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R20 .....                             | 272 |
| <b>Quadro 1.151</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R20 .....                               | 273 |
| <b>Quadro 1.152</b> - Níveis Operacionais da Reservação Ampliada do Setor R23 (R23A + R23B) .....      | 274 |
| <b>Quadro 1.153</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R23 .....                               | 276 |
| <b>Quadro 1.154</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor Novo proposto .....                   | 276 |
| <b>Quadro 1.155</b> - Resumo ampliação das tubulações do R6 - Alternativa 1 .....                      | 277 |
| <b>Quadro 1.156</b> - Resumo ampliação das tubulações do R6 - Alternativa 2 .....                      | 278 |
| <b>Quadro 1.157</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R7 .....                              | 279 |
| <b>Quadro 1.158</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R7 .....                    | 279 |
| <b>Quadro 1.159</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R7 .....                                | 280 |
| <b>Quadro 1.160</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R25 .....                             | 281 |
| <b>Quadro 1.161</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R25 .....                   | 281 |
| <b>Quadro 1.162</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R25 .....                               | 282 |
| <b>Quadro 1.163</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R3 .....                              | 283 |
| <b>Quadro 1.164</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R3 .....                    | 283 |
| <b>Quadro 1.165</b> - Diâmetros e extensões das tubulações de reforço para o Setor R3 .....            | 284 |
| <b>Quadro 1.166</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R4 .....                              | 284 |
| <b>Quadro 1.167</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R4 .....                    | 285 |
| <b>Quadro 1.168</b> - Diâmetros e extensões das tubulações propostas para o Setor R4 .....             | 285 |
| <b>Quadro 1.169</b> - Níveis Operacionais da Reservação dos Setores R5 e R15 .....                     | 286 |
| <b>Quadro 1.170</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R15 .....                   | 287 |
| <b>Quadro 1.171</b> - Diâmetros e extensões das tubulações propostas para o Setor R5 e Setor R15 ..... | 287 |
| <b>Quadro 1.172</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R19 .....                             | 288 |
| <b>Quadro 1.173</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R14 .....                   | 288 |
| <b>Quadro 1.174</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R19 .....                               | 289 |
| <b>Quadro 1.175</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R10 .....                             | 289 |
| <b>Quadro 1.176</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R10 .....                   | 289 |
| <b>Quadro 1.177</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R10 .....                               | 290 |
| <b>Quadro 1.178</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R14 .....                             | 290 |
| <b>Quadro 1.179</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R14 .....                   | 291 |
| <b>Quadro 1.180</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R14 .....                               | 292 |

|                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Quadro 1.181</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R17 .....                                                                                     | 292 |
| <b>Quadro 1.182</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R17 .....                                                                           | 293 |
| <b>Quadro 1.183</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R17 .....                                                                                       | 293 |
| <b>Quadro 1.184</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R18 .....                                                                                     | 294 |
| <b>Quadro 1.185</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R18 .....                                                                           | 295 |
| <b>Quadro 1.186</b> - Resumo ampliação das tubulações do Setor R18 .....                                                                                       | 295 |
| <b>Quadro 1.187</b> - Níveis Operacionais da Reservação do Setor <b>R21</b> proposto para a <b>Alternativa 1</b> .....                                         | 297 |
| <b>Quadro 1.188</b> - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R21 na <b>Alternativa 1</b> .....                                                   | 297 |
| <b>Quadro 1.189</b> - Resumo da ampliação das tubulações do Setor <b>R21</b> (único) na concepção da <b>Alternativa 1</b> .<br>.....                           | 298 |
| <b>Quadro 1.190</b> - Nível Operacional da Reservação do <b>R21A</b> proposto .....                                                                            | 298 |
| <b>Quadro 1.191</b> - Níveis Operacionais da Reservação do R21B proposto .....                                                                                 | 299 |
| <b>Quadro 1.192</b> - Resumo da ampliação das tubulações do Setor R21B – Alternativa 2 .....                                                                   | 299 |
| <b>Quadro 1.193</b> - Custo Alternativa 1 .....                                                                                                                | 300 |
| <b>Quadro 1.194</b> - Custo Alternativa 2 .....                                                                                                                | 300 |
| <b>Quadro 1.195</b> - Estimativa de Custos dos Reservatórios .....                                                                                             | 301 |
| <b>Quadro 1.196</b> - Avaliação das Tubulações Existentes das Linhas de Recalque .....                                                                         | 302 |
| <b>Quadro 1.197</b> - Estimativa das Alturas Manométricas das Elevatórias Setoriais .....                                                                      | 303 |
| <b>Quadro 1.198</b> - Estimativa dos Custos de Intervenções nas Elevatórias Setoriais .....                                                                    | 304 |
| <b>Quadro 1.199</b> - Estimativa dos Custos de Intervenções nas Linhas de Recalque das Elevatórias Setoriais .....                                             | 304 |
| <b>Quadro 1.200</b> – Estimativa dos Custos de Linhas-Tronco nos Setores de Abastecimento .....                                                                | 305 |
| <b>Quadro 1.201</b> - Estimativa dos Custos Unitários de Caixas de VRPs .....                                                                                  | 305 |
| <b>Quadro 1.202</b> - Estimativa da Quantidade de VRPs nos Setores de Abastecimento .....                                                                      | 306 |
| <b>Quadro 1.203</b> - Estimativa dos Custos de VRPs nos Setores de Abastecimento .....                                                                         | 306 |
| <b>Quadro 1.204</b> - Demonstrativo da Estimativa de Custo de Extensão de Rede Secundária e de Ligações Domiciliares .....                                     | 308 |
| <b>Quadro 1.205</b> - Rateio do Custo Total de Rede Secundária Nova e de Ligações Domiciliares Novas .....                                                     | 309 |
| <b>Quadro 1.206</b> - Custos Totais (valor corrente, R\$) das Intervenções. Ampliações e Melhorias nos Setores de Abastecimento da RMS (base Julho/2014) ..... | 310 |

## APRESENTAÇÃO

Em 17 de fevereiro de 2014, a então Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (SEDUR) celebrou com a GEOHIDRO o Contrato nº 001/2014, referente à prestação de serviços de consultoria para a elaboração do Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador (PARMS), Santo Amaro e Saubara. Em 2015, com a criação da Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento (SIHS), pela Lei Estadual nº 13.204, de 11 de dezembro de 2014, por força do Primeiro Termo de Apostilamento ao Contrato nº 001/14, a SIHS passou a gerir o referido contrato e a acompanhar o desenvolvimento do PARMS.

O referido Plano tem como objetivo geral diagnosticar a situação atual do abastecimento de água na RMS e propor ações com viabilidade técnica, econômica e social, que garantam o fornecimento de água em quantidade e qualidade satisfatórias para as demandas nessa região, nos próximos 25 anos.

Conforme estabelecido no Termo de Referência, os documentos a serem produzidos e emitidos referentes aos estudos contratados deverão obedecer à seguinte estrutura básica:

- TOMO I – Relatório Sinopse;
- TOMO II – Relatório de Estudos Básicos, compreendendo:
  - Volume 1 – Relatório de População e Demanda;
  - Volume 2 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Mananciais, Barragens e Captações);
  - Volume 3 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Adutoras, Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Água);
  - Volume 4 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Reservatórios, Redes de Distribuição, Avaliação de Perdas Físicas e Eficiência Energética);
- TOMO III – Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade;
- TOMO IV – Relatório das Diretrizes e Proposições;
- TOMO V – Relatórios da Avaliação Ambiental Estratégica, incluindo:
  - Volume 1 – Relatório da Qualidade Ambiental;
  - Volume 2 – Relatório da Avaliação Ambiental Estratégica.

O presente relatório, intitulado Estudos de Concepção e Viabilidade de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas, refere-se aos produtos parciais que constituem os Volumes 1 e 2 do Tomo III, conforme especificação dos produtos constante do Anexo B do Termo de Referência.

Os Volumes 1 e 2 foram reunidos em um único relatório por envolverem municípios que fazem parte do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador (Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho), cujo estudo de concepção e viabilidade, neste caso, requer a análise conjunta do sistema.

O presente relatório foi fracionado em três partes: PARTE 1/3, PARTE 2/3 e PARTE 3/3. A PARTE 1/3 e a PARTE 2/3 contêm as memórias descritivas dos componentes do sistema de abastecimento que são objeto de concepção de alternativas; a PARTE 3/3 contêm os mapas da avaliação hidráulica das linhas tronco da rede de distribuição que é parte integrante do estudo de readequação dos setores de abastecimento de água.

Este relatório constitui a PARTE 1/3

## 1.1 MANANCIAIS E SISTEMAS ADUTORES DE ÁGUA BRUTA

O Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho, denominado SIAA de Salvador, é o principal sistema de abastecimento da RMS. A **Figura 1.1** ilustra o esquema geral do SIAA de Salvador, com ênfase em seus mananciais, adutoras de água bruta e estações de tratamento, indicando, também, outras demandas, além das relativas aos municípios acima referidos, que são providas por seus mananciais e suas estruturas.

Os mananciais utilizados são as represas Ipitanga I e II, no rio Ipitanga; Joanes I e II, no rio Joanes; Santa Helena, no rio Jacuípe; e Pedra do Cavalo, no rio Paraguaçu. A caracterização desses mananciais em pormenores, incluindo suas estruturas de aproveitamento, encontra-se descrita no **Tomo II, Vol.2, Cap.1 – Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água – Mananciais, Barragens e Captações – Salvador, Simões Filho, Lauro de Freitas, Candeias, Madre de Deus, São Francisco do Conde, Santo Amaro e Saubara.**

A água captada nesses mananciais é conduzida para três unidades de tratamento (ETA Principal, ETA Bolandeira e ETA Suburbana) por meio dos seguintes sistemas adutores de água bruta:

### a) Sistemas adutores de água bruta para a ETA Bolandeira

- Adução Ipitanga I - Bolandeira: adutora concebida para funcionar por gravidade, com capacidade nominal de 0,5 m<sup>3</sup>/s, posteriormente reforçada pela instalação de um *booster* que possibilita atingir até 0,8 m<sup>3</sup>/s;
- Adução Joanes I - Bolandeira: constituída de duas adutoras, sendo uma por gravidade e outra por recalque. Em conjunto, estas adutoras têm capacidade nominal para veicular até 3,20 m<sup>3</sup>/s. Face à pequena vazão regularizada em Joanes I, avaliada neste Plano em 0,6 m<sup>3</sup>/s com 100% de garantia, essa represa recebe o reforço de Joanes II, via calha do rio, para viabilizar a adução Joanes I - Bolandeira.

### b) Sistemas adutores de água bruta para a ETA Principal

- Adução Pedra do Cavalo - ETA Principal: a vazão dessa adutora está limitada à capacidade do seu último trecho, que funciona por gravidade, com capacidade nominal de 7,0 m<sup>3</sup>/s. Ao longo da adutora existem as derivações para atendimento do SIAA de Amélia Rodrigues, Conceição de Feira e Coração de Maria e SAA de Santo Amaro, além da Refinaria da Petrobrás em Mataripe e do CIA Norte. Com essas retiradas, a vazão atual afluente a ETA Principal proveniente de Pedra do Cavalo é de aproximadamente 5,7 m<sup>3</sup>/s;
- Adução Joanes II - ETA Principal: essa adutora funciona por recalque e tem capacidade para veicular 8,8 m<sup>3</sup>/s, embora sua vazão atual esteja limitada à capacidade de bombeamento instalada, que corresponde à vazão de projeto prevista em 1ª. etapa, de 4,4 m<sup>3</sup>/s. O aumento da capacidade de adução até 8,8 m<sup>3</sup>/s depende do assentamento de novos conjuntos motobombas e da ampliação da adutora de água bruta Santa Helena - Joanes II, cuja capacidade atual é de 3,0 m<sup>3</sup>/s;
- Adução Santa Helena - Joanes II: o sistema adutor Santa Helena - Joanes II funciona como reforço da vazão regularizada pela represa de Joanes II, dispondo de capacidade para veicular até 3,0 m<sup>3</sup>/s, conforme acima informado.

### c) Sistema adutor de água bruta Ipitanga II - ETA Suburbana

Esse sistema encaminha aproximadamente 0,2 m<sup>3</sup>/s para a ETA Suburbana, que atende áreas dos bairros Valéria e Palestina, em Salvador, além de pequena área no entorno da ETA, em Simões Filho.

Outros sistemas de abastecimento de água da RMS estão associados ao SIAA de Salvador, utilizando-se de seus mananciais e/ou de suas estruturas de adução e tratamento, conforme apresentado a seguir:

- Por meio de derivações na adutora Pedra do Cavalo - ETA Principal são providos de água bruta os seguintes sistemas: SIAA de Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe e Coração de Maria; SAA de Santo Amaro; RLAM (Mataripe, São Francisco do Conde); e CIA Norte (Candeias);





Figura 1.1 - Principais mananciais e sistemas de abastecimento de água da RMS



- Da adutora de água tratada Principal (ETA Principal - R7) deriva, logo a jusante do *Stand Pipe*, a subadutora do SIAA do Recôncavo, a qual abastece com água tratada da ETA Principal as sedes municipais de Candeias, São Francisco do Conde e Madre de Deus;
- A represa de Santa Helena, que reforça a vazão de Joanes II através da adutora Santa Helena – Joanes II, também abastece o sistema da Braskem, no Polo Industrial de Camaçari, através da adutora Santa Helena - Braskem;
- Além da captação destinada à ETA Suburbana do SIAA de Salvador, a represa de Ipitanga II abastece os sistemas industriais da Usina Siderúrgica Gerdau (Salvador) e Norsa Refrigerantes.

Em conjunto, as demandas do SIAA de Salvador e demais sistemas a ele associados representam cerca de 85% das demandas de abastecimento na área de abrangência do presente Plano.

### 1.1.1 Balanço hídrico do SIAA de Salvador

O estabelecimento de alternativas de novas fontes de suprimento de água bruta para o SIAA de Salvador está vinculado ao cálculo do Balanço Hídrico, considerando-se as disponibilidades dos mananciais atuais e a evolução das demandas previstas ao longo do período de alcance do Plano (2015 – 2040).

Quanto à disponibilidade dos mananciais utilizados, a avaliação hidrológica realizada neste Plano (**Tomo II, Vol. 2, Cap. 1, Apêndice 2**) indicou os valores apresentados no **Quadro 1.1**, considerando vazões regularizadas com 100% de permanência e vazões de restituição calculadas em 20% da vazão regularizada com 90% de permanência, conforme preconiza a Instrução Normativa Nº 01/2007, da extinta Superintendência de Recursos Hídricos (SRH), atualmente incorporada ao Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA).

**Quadro 1.1** - Vazões regularizadas e disponibilidade dos mananciais do SIAA de Salvador

| RESERVATÓRIOS   | NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL | DISPONIBILIDADE (m³/s)                   |                                            |                                       | TOTAL DISPONÍVEL PARA ABASTECIMENTO |
|-----------------|--------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
|                 |                          | VAZÃO REGULARIZADA (100% de permanência) | VAZÃO DE RESTITUIÇÃO (I.N. SRH Nº 01/2007) | VAZÕES DISPONÍVEIS PARA ABASTECIMENTO |                                     |
| Ipitanga I      | 23,00 m                  | 0,13                                     | 0,04                                       | 0,09                                  | Sta. Helena na cota 17: 11,63       |
| Ipitanga II     | 48,43 m                  | 0,27                                     | 0,09                                       | 0,27                                  |                                     |
| Joanes I        | 14,50 m                  | 0,60                                     | 0,21                                       | 0,39                                  |                                     |
| Joanes II       | 24,90 m                  | 1,82                                     | 0,63                                       | 1,82                                  |                                     |
| Pedra do Cavalo | 110,00 m                 | 37,72                                    | 10,00                                      | 7,00                                  | Sta. Helena na cota 10: 14,18       |
|                 | 108,00 m                 | 41,33                                    |                                            |                                       |                                     |
|                 | 106,00 m                 | 47,15                                    |                                            |                                       |                                     |
| Santa Helena    | 17,00 m                  | 4,05                                     | 1,99                                       | 2,06                                  |                                     |
|                 | 10,00 m                  | 6,60                                     |                                            | 4,61                                  |                                     |

Na situação atual, as represas de Ipitanga I e II e Joanes I e II operam na plenitude de suas capacidades de regularização, inclusive sem restituição das vazões preconizadas pela legislação, exceto eventualmente no período úmido.

A represa de Pedra do Cavalo, embora acumule reservas bem superiores à vazão destinada ao SIAA de Salvador, tem sua disponibilidade para este sistema limitada à capacidade da adutora existente (7,0 m³/s), correspondente à primeira de três etapas previstas no projeto da barragem, que totalizam 21,0 m³/s. Devido ao oneroso custo de implantação da 2ª. etapa, que possibilitaria o acréscimo de mais 7,0 m³/s ao SIAA de Salvador, sua construção foi preterida nos Planos anteriores em favor da utilização da represa de Santa Helena, para reforço da vazão captada em Joanes II destinada à ETA Principal.

A represa de Santa Helena é o manancial mais próximo da ETA Principal (unidade de tratamento prevista para comportar futuras ampliações decorrentes do acréscimo das demandas) que ainda não é explorado plenamente para fins de abastecimento. A captação atual para o SIAA de Salvador é feita na cota 17,00 m, que corresponde a uma capacidade de regularização de 4,05 m³/s, dos quais 2,06 m³/s estariam disponíveis para abastecimento, descontando-se a vazão de restituição de 1,99 m³/s, conforme indicado no **Quadro 1.1**. O mesmo quadro mostra que o aproveitamento na cota 10,00 m, previsto na concepção da barragem, possibilitaria regularizar a vazão de 6,60 m³/s, aumentando a disponibilidade para abastecimento para 4,61 m³/s, descontada a vazão de restituição. Portanto, o aumento da disponibilidade de água bruta para compensar futuros acréscimos de demanda impõe como intervenção prioritária, sem a ela limitar-se, o aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m. Depois de superada a disponibilidade relativa à essa cota, outra(s) fonte(s) de suprimento de água bruta seria(m) providenciada(s) para compensar o déficit hídrico.

Quanto às demandas, considera-se no Balanço Hídrico as demandas médias de água, previstas para o SIAA de Salvador e demais sistemas a ele associados, uma vez que serão confrontadas com as disponibilidades das represas existentes, avaliadas por meio de suas vazões regularizadas. Ressalte-se que, por definição, vazão regularizada expressa a “quantidade média anual de água que pode ser fornecida por uma represa com uma determinada segurança de tempo de utilização”.

O Balanço Hídrico requer a espacialização das demandas de água bruta e tratada relativamente aos mananciais utilizados, conforme o procedimento de cálculo descrito a seguir.

Como premissa inicial, admite-se que as demandas de água tratada dos municípios da RMS atendidos pelo SIAA de Salvador irão dispor de dois sistemas de produção de água tratada: a ETA Principal e a ETA Bolandeira. A ETA Suburbana, que produz apenas 0,2 m³/s de água tratada, seria desativada devido ao seu baixo desempenho e aos custos operacionais elevados em comparação com as demais ETA's.

A repartição da vazão de água tratada entre a ETA Bolandeira e a ETA Principal deve levar em conta que a ETA Bolandeira se encontra operando no limite de sua capacidade e não comporta novas ampliações devido à inexistência de áreas disponíveis no seu entorno. De acordo com as séries de vazões mensais de água bruta afluente à ETA Bolandeira e água tratada disponibilizada na rede de distribuição, correspondentes ao período de janeiro/2013 a dezembro/2014, a ETA Bolandeira disponibiliza na rede de distribuição a vazão média de 3,2 m³/s, consumindo cerca de 5% desse valor nas operações de decantação e lavagem dos filtros. Portanto, a vazão operacional média da ETA é de 3,36 m³/s, inferior à capacidade nominal de projeto (4,0 m³/s), sendo a diminuição da capacidade de tratamento atribuída pela EMBASA à deterioração da qualidade da água dos mananciais utilizados (represas Joanes I e Ipitanga I). Considerando esses aspectos, admite-se neste Plano que a ETA Bolandeira tem capacidade para tratar 3,36 m³/s, incluindo o consumo na ETA, devendo esta capacidade manter-se constante durante o período de alcance do Plano. Assim, o acréscimo de demanda de água tratada nesse período deverá ser provido pela ETA Principal ou, além desta, por outro sistema produtor de água tratada.

No **Quadro 1.2** e **Quadro 1.3** são apresentadas as projeções das demandas médias de água tratada e água bruta para o SIAA de Salvador durante o período de alcance do Plano.

Além das sedes municipais de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho, utilizam-se de água tratada, pela ETA Principal do SIAA de Salvador, os municípios de Candeias, Madre de Deus e São Francisco do Conde, atendidos pelo SIAA do Recôncavo, bem como indústrias do CIA Norte e CIA Sul.

Em relação à água bruta, são computados no cálculo da demanda do SIAA de Salvador os abastecimentos do SIAA de Amélia Rodrigues, SIAA de Santo Amaro e Saubara, RLAM e indústrias do CIA Norte, a partir de derivações na adutora de água bruta Pedra do Cavalo – ETA Principal; atendimento da Braskem e Polo Logístico a partir da represa de Santa Helena; e o atendimento das indústrias Gerdau e Norsa Refrigerantes a partir da represa Ipitanga II.

**Quadro 1.2 - Projeção das demandas médias de água tratada no SIAA de Salvador**

| ETA'S                                      | MUNICÍPIO                                            | DEMANDAS MÉDIAS DE ÁGUA TRATADA (L/s) |                  |                  |                  |                  |                  |                       |                  |                  |                  |                  |                  |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                            |                                                      | SEM REDUÇÃO DE PERDAS                 |                  |                  |                  |                  |                  | COM REDUÇÃO DE PERDAS |                  |                  |                  |                  |                  |
|                                            |                                                      | ANO 2015                              | ANO 2020         | ANO 2025         | ANO 2030         | ANO 2035         | ANO 2040         | ANO 2015              | ANO 2020         | ANO 2025         | ANO 2030         | ANO 2035         | ANO 2040         |
| ETA PRINCIPAL E BOLANDEIRA                 | Salvador                                             | 9.017,85                              | 9.307,99         | 9.527,32         | 9.675,05         | 9.777,00         | 9.863,22         | 9.017,85              | 9.165,95         | 9.246,23         | 9.260,99         | 9.237,23         | 9.204,26         |
|                                            | Lauro de Freitas                                     | 616,76                                | 689,16           | 762,57           | 835,02           | 908,14           | 981,29           | 616,76                | 677,78           | 737,50           | 794,23           | 849,72           | 903,51           |
|                                            | Simões Filho                                         | 254,08                                | 275,90           | 296,13           | 314,75           | 331,77           | 347,18           | 254,08                | 275,90           | 296,13           | 314,75           | 331,77           | 347,18           |
|                                            | Recôncavo                                            | 248,45                                | 261,45           | 272,28           | 281,23           | 288,58           | 294,69           | 248,45                | 261,45           | 272,28           | 281,23           | 288,58           | 294,69           |
|                                            | Indústrias do CIA (Água Tratada)                     | 36,37                                 | 41,78            | 47,99            | 55,12            | 63,33            | 72,74            | 36,37                 | 41,78            | 47,99            | 55,12            | 63,33            | 72,74            |
|                                            | Subtotal                                             | 10.173,51                             | 10.576,28        | 10.906,27        | 11.161,16        | 11.368,81        | 11.559,12        | 10.173,51             | 10.422,86        | 10.600,12        | 10.706,31        | 10.770,62        | 10.822,38        |
|                                            | Consumo nas ETA's (5%)                               | 508,68                                | 528,81           | 545,31           | 558,06           | 568,44           | 577,96           | 508,68                | 521,14           | 530,01           | 535,32           | 538,53           | 541,12           |
|                                            | TOTAIS                                               | <b>10.682,19</b>                      | <b>11.105,09</b> | <b>11.451,59</b> | <b>11.719,22</b> | <b>11.937,25</b> | <b>12.137,08</b> | <b>10.682,19</b>      | <b>10.944,00</b> | <b>11.130,12</b> | <b>11.241,63</b> | <b>11.309,16</b> | <b>11.363,50</b> |
|                                            | TOTAIS com 5% de perdas na captação/adução           | 11.244,41                             | 11.689,57        | 12.054,30        | 12.336,02        | 12.565,53        | 12.775,87        | 11.244,41             | 11.520,00        | 11.715,92        | 11.833,29        | 11.904,37        | 11.961,58        |
| ETA BOLANDEIRA (parte de Salvador)         | Vazão a ser tratada                                  | 3.360,00                              | 3.360,00         | 3.360,00         | 3.360,00         | 3.360,00         | 3.360,00         | 3.360,00              | 3.360,00         | 3.360,00         | 3.360,00         | 3.360,00         | 3.360,00         |
|                                            | Vazão de captação (com 5% perdas na captação/adução) | 3.536,84                              | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84              | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         |
| ETA PRINCIPAL (parte de Salvador / outros) | Vazão a ser tratada                                  | 7.322,19                              | 7.745,09         | 8.091,59         | 8.359,22         | 8.577,25         | 8.777,08         | 7.322,19              | 7.584,00         | 7.770,12         | 7.881,63         | 7.949,16         | 8.003,50         |
|                                            | Vazão de captação (com 5% perdas na captação/adução) | 7.707,57                              | 8.152,73         | 8.517,46         | 8.799,18         | 9.028,69         | 9.239,03         | 7.707,57              | 7.983,16         | 8.179,08         | 8.296,45         | 8.367,53         | 8.424,74         |

**Quadro 1.3 - Projeção das demandas médias de água bruta no SIAA de Salvador**

| DISCRIMINAÇÃO DAS DEMANDAS DE ÁGUA BRUTA                                      | DEMANDAS MÉDIAS DE ÁGUA BRUTA (L/s) |                  |                  |                  |                  |                  |                       |                  |                  |                  |                  |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                                                               | SEM REDUÇÃO DE PERDAS               |                  |                  |                  |                  |                  | COM REDUÇÃO DE PERDAS |                  |                  |                  |                  |                  |
|                                                                               | ANO 2015                            | ANO 2020         | ANO 2025         | ANO 2030         | ANO 2035         | ANO 2040         | ANO 2015              | ANO 2020         | ANO 2025         | ANO 2030         | ANO 2035         | ANO 2040         |
| Salvador                                                                      | 9.017,85                            | 9.307,99         | 9.527,32         | 9.675,05         | 9.777,00         | 9.863,22         | 9.017,85              | 9.165,95         | 9.246,23         | 9.260,99         | 9.237,23         | 9.204,26         |
| Lauro de Freitas                                                              | 616,76                              | 689,16           | 762,57           | 835,02           | 908,14           | 981,29           | 616,76                | 677,78           | 737,50           | 794,23           | 849,72           | 903,51           |
| Simões Filho                                                                  | 254,08                              | 275,90           | 296,13           | 314,75           | 331,77           | 347,18           | 254,08                | 275,90           | 296,13           | 314,75           | 331,77           | 347,18           |
| Recôncavo                                                                     | 248,45                              | 261,45           | 272,28           | 281,23           | 288,58           | 294,69           | 248,45                | 261,45           | 272,28           | 281,23           | 288,58           | 294,69           |
| Indústrias do CIA (Água Tratada)                                              | 36,37                               | 41,78            | 47,99            | 55,12            | 63,33            | 72,74            | 36,37                 | 41,78            | 47,99            | 55,12            | 63,33            | 72,74            |
| SUBTOTAL (1) - Demandas das ETA's Principal e Bolandeira                      | 10.173,51                           | 10.576,28        | 10.906,27        | 11.161,16        | 11.368,81        | 11.559,12        | 10.173,51             | 10.422,86        | 10.600,12        | 10.706,31        | 10.770,62        | 10.822,38        |
| Consumo no Tratamento ETA's Principal e Bolandeira                            | 508,68                              | 528,81           | 545,31           | 558,06           | 568,44           | 577,96           | 508,68                | 521,14           | 530,01           | 535,32           | 538,53           | 541,12           |
| Perdas na captação/adução (5%)                                                | 562,22                              | 584,48           | 602,72           | 616,80           | 628,28           | 638,79           | 562,22                | 576,00           | 585,80           | 591,66           | 595,22           | 598,08           |
| SUBTOTAL (2) = SUBTOTAL (1) + Consumo no Tratamento + Perdas captação/adução  | 11.244,41                           | 11.689,57        | 12.054,30        | 12.336,02        | 12.565,53        | 12.775,87        | 11.244,41             | 11.520,00        | 11.715,92        | 11.833,29        | 11.904,37        | 11.961,58        |
| SIAA Amélia Rodrigues*                                                        | 156,23                              | 169,83           | 183,06           | 197,33           | 212,70           | 229,27           | 156,23                | 169,83           | 183,06           | 197,33           | 212,70           | 229,27           |
| SIAA Santo Amaro e Saubara                                                    | 173,28                              | 175,77           | 173,73           | 179,71           | 181,12           | 182,19           | 173,28                | 175,77           | 173,73           | 179,71           | 181,12           | 182,19           |
| Consumo no Tratamento SIAA Amélia Rodrigues / SIAA Santo Amaro e Saubara      | 16,48                               | 17,28            | 17,84            | 18,85            | 19,69            | 20,57            | 16,48                 | 17,28            | 17,84            | 18,85            | 19,69            | 20,57            |
| Demandas industriais de água bruta da adutora Pedra do Cavalo – ETA Principal | 903,93                              | 1.429,40         | 1.429,40         | 1.429,40         | 1.429,40         | 1.429,40         | 903,93                | 1.429,40         | 1.429,40         | 1.429,40         | 1.429,40         | 1.429,40         |
| SUBTOTAL (3) = Demanda total de água bruta na adutora Pedra do Cavalo         | 1.249,92                            | 1.792,27         | 1.804,03         | 1.825,29         | 1.842,91         | 1.861,43         | 1.249,92              | 1.792,27         | 1.804,03         | 1.825,29         | 1.842,91         | 1.861,43         |
| SUBTOTAL (4) = (2) + (3) = Demandas nos sistemas adutores de água bruta       | 12.494,33                           | 13.481,84        | 13.858,33        | 14.161,31        | 14.408,44        | 14.637,30        | 12.494,33             | 13.312,27        | 13.519,95        | 13.658,58        | 13.747,28        | 13.823,01        |
| Demanda da Braskem / Polo Logístico reservada em Santa Helena                 | 770,00                              | 1.400,00         | 1.400,00         | 1.400,00         | 1.400,00         | 1.400,00         | 770,00                | 1.400,00         | 1.400,00         | 1.400,00         | 1.400,00         | 1.400,00         |
| Demanda da Gerdau e Norsa Refrigerantes reservada em Ipitanga II              | 80,00                               | 150,00           | 150,00           | 150,00           | 150,00           | 150,00           | 80,00                 | 150,00           | 150,00           | 150,00           | 150,00           | 150,00           |
| <b>DEMANDA TOTAL DE ÁGUA BRUTA</b>                                            | <b>13.344,33</b>                    | <b>15.031,84</b> | <b>15.408,33</b> | <b>15.711,31</b> | <b>15.958,44</b> | <b>16.187,30</b> | <b>13.344,33</b>      | <b>14.862,27</b> | <b>15.069,95</b> | <b>15.208,58</b> | <b>15.297,28</b> | <b>15.373,01</b> |

**Notas:** \* Inclui Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova

Conforme apresentado nos estudos de população e demanda, os dados do Controle Operacional de Água e Esgoto (COPAE), da EMBASA, mostram que a perda total no sistema de distribuição de água tratada do SIAA de Salvador é da ordem de 50%. Nos mesmos estudos, estimou-se que as perdas físicas (vazamentos) correspondem, em média, a 35% da perda total. Os restantes 15% correspondem às perdas aparentes (micromedição deficiente, ligações clandestinas, etc.).

Diante da expressiva grandeza das perdas atuais no SIAA de Salvador, e reconhecendo a necessidade de reduzi-las para garantir a sustentabilidade econômico-financeira e ambiental do sistema de abastecimento, considerou-se no cálculo das demandas duas hipóteses de evolução das perdas físicas na rede de distribuição dos principais centros de consumo – Salvador e Lauro de Freitas. Na primeira, os índices de perdas físicas atuais nas Zonas de Abastecimento permaneceriam inalterados até o horizonte do Plano (2040); na segunda, os índices maiores que 35%, registrados atualmente em diversas Zonas de Abastecimento, seriam reduzidos para 35% em 2040, enquanto os índices menores que 35%, nas demais zonas, permaneceriam inalterados. Dessa forma, conforme apresentado nos relatórios de estudos das demandas, resultaria para o SIAA de Salvador uma perda física média da ordem de 30% no horizonte de alcance do Plano, ou seja, haveria uma redução de aproximadamente 5% em relação à perda física média atual (35%). Se mantido inalterado o índice médio das perdas aparentes, estimado em 15%, haveria uma redução da perda média total na distribuição dos atuais 50% para 45%.

Acredita-se que essa redução seria factível com a implantação de melhorias na setorização do sistema de distribuição de água, incluindo a ampliação da capacidade dos reservatórios e principais linhas tronco dos setores deficitários, além da criação de novos setores, com seus respectivos reservatórios, para atendimento de áreas atualmente abastecidas por distribuição em marcha diretamente de adutoras. Essas medidas são consideradas na proposição de alternativas para o sistema de distribuição, no **item 1.4** deste relatório.

As duas hipóteses de projeção das demandas (sem e com redução de perdas) são consideradas no balanço entre a disponibilidade dos mananciais existentes e as demandas projetadas para o período de alcance do Plano (2015 - 2040), ilustrado na **Figura 1.2**.

Na situação atual, a disponibilidade existente para abastecimento do SIAA de Salvador, calculada pela soma das vazões regularizadas com permanência de 100% nos mananciais utilizados, descontadas as respectivas vazões de restituição preconizadas pela legislação, totaliza 11,63 m³/s. Frente às demandas projetadas para o período 2015 - 2040, constata-se que em início de Plano (ano 2015) já existe um déficit de disponibilidade de 1,71 m³/s. Caso a disponibilidade se mantenha inalterada, o déficit aumentaria progressivamente até 4,56 m³/s no horizonte do Plano (ano 2040), na hipótese das perdas permanecerem em seus índices atuais. Ocorrendo diminuição das perdas, conforme hipótese também considerada, o déficit em 2040 seria de 3,74 m³/s, ou seja, a redução de perdas equivaleria a um ganho de disponibilidade de 0,82 m³/s.

Sendo desejável o atendimento das demandas com 100% de garantia, o balanço indica a necessidade de uma intervenção imediata para aumentar a disponibilidade. Esta intervenção seria o aproveitamento da represa de Santa Helena, mediante a implantação de uma nova captação na cota 10,00 m e ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II, que possibilitaria aumentar em 2,55 m³/s a disponibilidade para abastecimento. Essa intervenção não tem alternativa concorrente, uma vez que Santa Helena é o manancial mais próximo dos centros de consumo, ainda com reserva disponível, cuja exploração foi prevista em Planos anteriores e está sendo detalhada pela EMBASA em projeto executivo que se encontra em andamento.

Uma vez implantada essa intervenção, requerida de imediato, o balanço “disponibilidade x demandas” ao longo do período de alcance do Plano assumiria a evolução mostrada na **Figura 1.2**, para a cota 10,00 m. A intervenção imediata em Santa Helena geraria um superávit de disponibilidade momentâneo, até por volta do ano 2017, verificando-se a partir daí um déficit crescente até atingir 2,01 m³/s em 2040, na hipótese das perdas atuais manterem-se inalteradas, ou 1,19 m³/s, na hipótese de se alcançar a redução de perdas admitida, considerada factível.



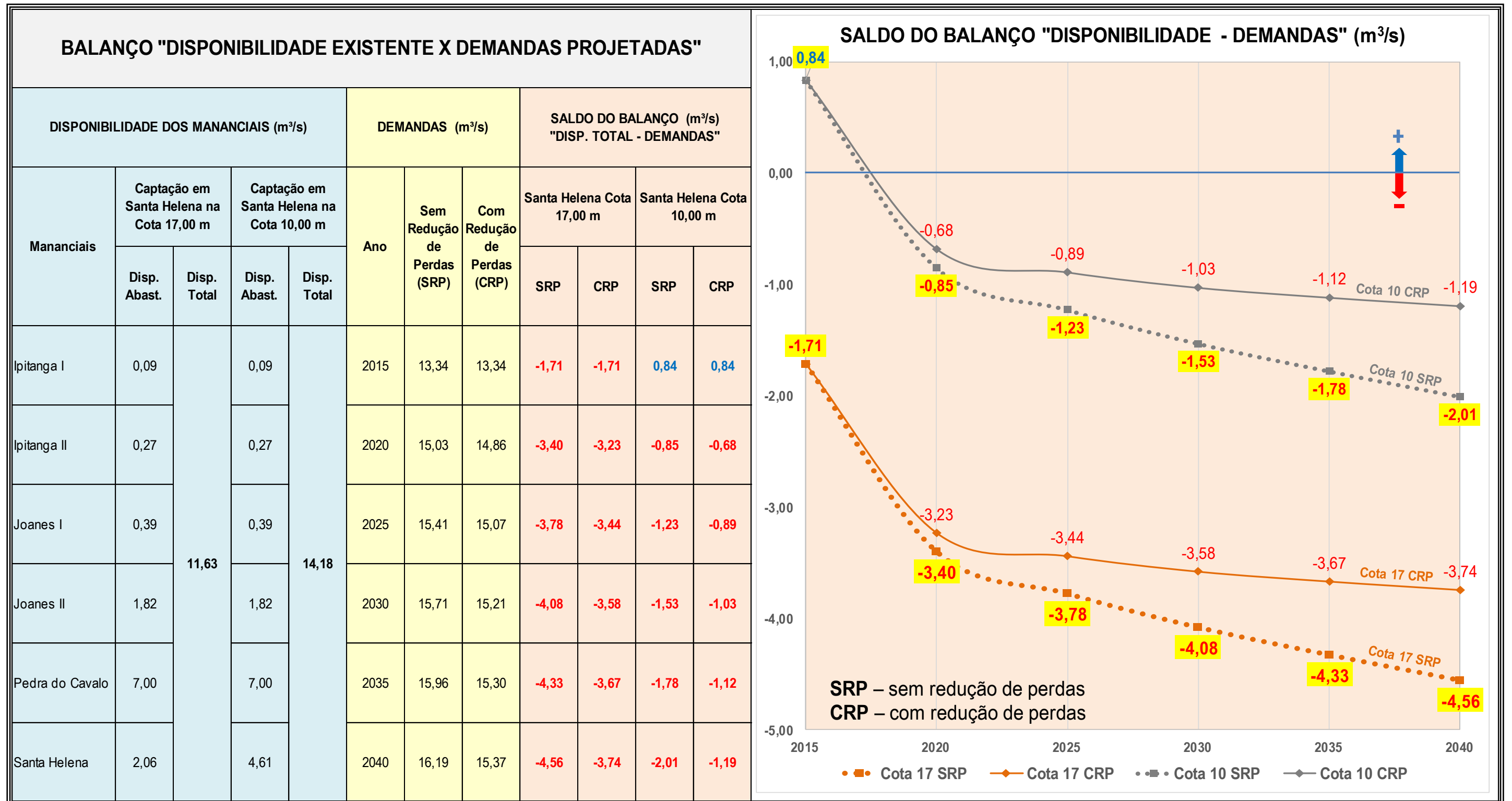


Figura 1.2 - Balanço entre disponibilidade existente e demandas projetadas no período de alcance do Plano, para o SIAA de Salvador

### 1.1.2 Disponibilidade hídrica dos mananciais do SIAA de Salvador

Com base no balanço “disponibilidade x demanda”, apresentado no item anterior, o presente Plano deverá analisar as possíveis alternativas para cobrir o déficit de disponibilidade ao longo do seu período de alcance, avaliado em 4,56 m<sup>3</sup>/s no horizonte de planejamento (ano 2040).

Entre os mananciais já utilizados pelo SIAA de Salvador, os que ainda dispõem de capacidade para exploração são as represas de Pedra do Cavalo e de Santa Helena, conforme apresentado nos estudos de diagnóstico (**Tomo II, Vol. II, Cap. 1**). A represa de Joanes I, concebida para operar com o volume útil determinado pelos níveis operacionais mínimo e máximo nas cotas 12,50 e 16,00 m, respectivamente, teve sua capacidade de regularização diminuída depois da duplicação do sistema adutor Joanes I - Bolandeira, em razão da tomada de água da segunda adutora ter sido implantada em cota mais elevada, requerendo a elevação do N.A. mínimo para 14,50 m. A EMBASA prevê o reposicionamento da tomada de água dessa adutora, medida que poderá significar algum acréscimo da disponibilidade atual dessa represa, embora pouco expressivo.

Além dos mananciais supracitados, outros dois, ainda não utilizados pelo SIAA de Salvador, apresentam potencial para utilização futura e serão analisados como alternativas no presente Plano: o rio Pojuca e o aquífero São Sebastião. O rio Pojuca foi considerado nos estudos do Plano Diretor de Abastecimento de Água e Controle da Poluição Hídrica da Grande Salvador (EMBASA, 1973), persistindo nos dias de hoje a expectativa de sua utilização pela EMBASA quando as reservas de Santa Helena tiverem sido esgotadas. Por sua vez, o aquífero São Sebastião, principal manancial de abastecimento dos municípios do Litoral Norte de Salvador e indústrias do Polo Industrial de Camaçari, até então não fora considerado como alternativa para o SIAA de Salvador, em favor de outras julgadas mais vantajosas à época dos estudos realizados em Planos anteriores e, também, em razão da carência de estudos sobre a potencialidade do aquífero. Entretanto, considerando a experiência adquirida pela operação de inúmeros poços perfurados na região ao longo dos últimos, esse manancial subterrâneo assume relevância no contexto do presente Plano como fonte potencial de complementação das demandas do SIAA de Salvador.

Visando fornecer os subsídios necessários à formulação das alternativas de manancial para cobrir o déficit hídrico apontado pelo balanço “disponibilidade x demandas” (ver **Figura 1.2**), apresenta-se nos itens seguintes considerações importantes acerca da disponibilidade hídrica dos mananciais supramencionados.

#### 1.1.2.1 Considerações sobre a disponibilidade hídrica do reservatório de Pedra do Cavalo

O estudo hidrológico da barragem Pedra do Cavalo, elaborado à época do projeto, avaliou a vazão regularizada no reservatório em 69,0 m<sup>3</sup>/s, para operação entre as cotas 106,00 m (soleira do vertedor) e 120,00 m (N.A. máximo normal).

No presente Plano, a vazão regularizada na represa de Pedra do Cavalo, com permanência de 100%, foi avaliada para dois cenários distintos, conforme metodologia descrita nos estudos hidrológicos (**Apêndice 2 do Tomo II, Vol. 2, Cap. 1**). O primeiro cenário considerou os dados de vazão iguais aos utilizados no projeto, bem como as mesmas curvas “Cota x Área” e “Cota x Volume”, obtendo-se a vazão regularizada de 60,119 m<sup>3</sup>/s, para operação entre as cotas 106,00 e 120,00 m, conforme avaliado naquela época. No segundo cenário, considerou-se uma série temporal de vazões mais recentes, além de novas curvas “Cota x Área” e “Cota x Volume” representativas da progressiva perda de capacidade de armazenamento estimada pelo operador da barragem para as condições atuais, obtendo-se neste caso a vazão regularizada de 47,151 m<sup>3</sup>/s, com o reservatório operando entre as cotas 106,0 m e 120,00 m.

As diferenças encontradas entre os estudos realizados à época do projeto e os do presente Plano decorrem principalmente do comportamento das vazões consideradas nas avaliações nos dois momentos: 1930 a 1975, na elaboração do projeto; e 1980 a 2013, na atual reavaliação.

O **Quadro 1.4** apresentado a seguir mostra o valor das médias anuais para cada um dos períodos, com destaque para as piores sequências de anos abaixo da média em cada período.

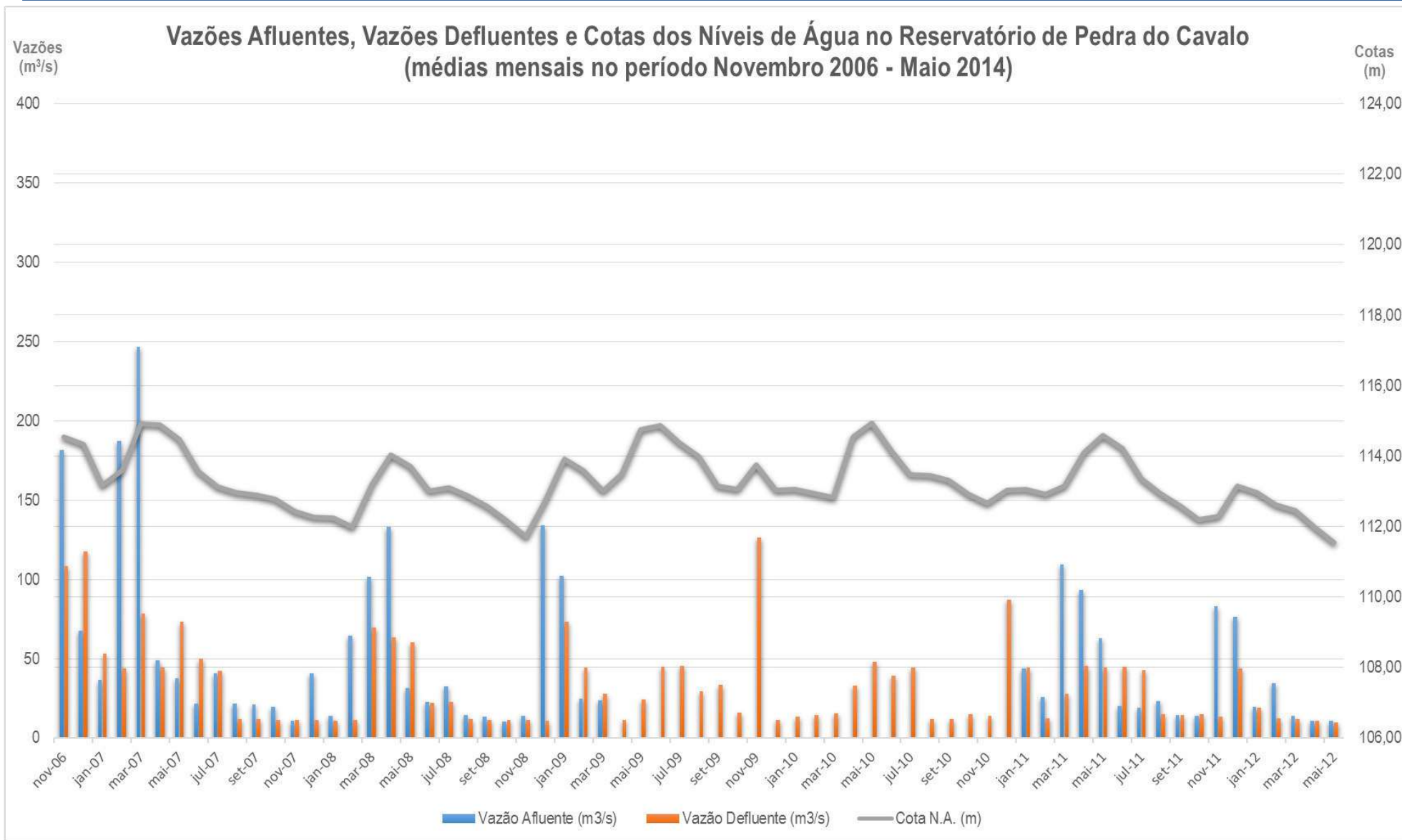
**Quadro 1.4** - Vazões históricas consideradas nos estudos de vazão regularizada de Pedra do Cavalo

| PERÍODO 1930 – 1975 (elaboração do projeto da barragem) |                   |      |                   |      |                   | PERÍODO 1980 – 2013 (atual reavaliação) |                   |      |                   |
|---------------------------------------------------------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|-----------------------------------------|-------------------|------|-------------------|
| ANO                                                     | VAZÃO MÉDIA ANUAL | ANO  | VAZÃO MÉDIA ANUAL | ANO  | VAZÃO MÉDIA ANUAL | ANO                                     | VAZÃO MÉDIA ANUAL | ANO  | VAZÃO MÉDIA ANUAL |
| 1930                                                    | 93,01             | 1947 | 171,50            | 1964 | 320,58            | 1980                                    | 216,97            | 1997 | 162,58            |
| 1931                                                    | 51,19             | 1948 | 145,83            | 1965 | 67,03             | 1981                                    | 155,31            | 1998 | 35,55             |
| 1932                                                    | 35,92             | 1949 | 113,67            | 1966 | 132,50            | 1982                                    | 58,98             | 1999 | 91,52             |
| 1933                                                    | 73,20             | 1950 | 83,88             | 1967 | 111,87            | 1983                                    | 94,13             | 2000 | 129,21            |
| 1934                                                    | 48,08             | 1951 | 64,07             | 1968 | 164,49            | 1984                                    | 70,32             | 2001 | 52,65             |
| 1935                                                    | 140,62            | 1952 | 80,31             | 1969 | 180,75            | 1985                                    | 154,97            | 2002 | 119,74            |
| 1936                                                    | 153,23            | 1953 | 50,88             | 1970 | 176,51            | 1986                                    | 54,92             | 2003 | 54,48             |
| 1937                                                    | 112,19            | 1954 | 149,93            | 1971 | 46,95             | 1987                                    | 49,02             | 2004 | 137,66            |
| 1938                                                    | 51,86             | 1955 | 98,78             | 1972 | 69,07             | 1988                                    | 77,26             | 2005 | 106,88            |
| 1939                                                    | 58,08             | 1956 | 118,08            | 1973 | 63,33             | 1989                                    | 144,09            | 2006 | 122,07            |
| 1940                                                    | 156,49            | 1957 | 207,88            | 1974 | 133,43            | 1990                                    | 67,93             | 2007 | 74,36             |
| 1941                                                    | 112,00            | 1958 | 118,80            | 1975 | 89,13             | 1991                                    | 77,34             | 2008 | 60,47             |
| 1942                                                    | 148,43            | 1959 | 52,01             |      |                   | 1992                                    | 211,71            | 2009 | 76,86             |
| 1943                                                    | 118,25            | 1960 | 242,70            |      |                   | 1993                                    | 22,16             | 2010 | 53,12             |
| 1944                                                    | 93,26             | 1961 | 51,11             |      |                   | 1994                                    | 63,92             | 2011 | 70,51             |
| 1945                                                    | 147,63            | 1962 | 55,26             |      |                   | 1995                                    | 48,25             | 2012 | 16,50             |
| 1946                                                    | 74,43             | 1963 | 85,19             |      |                   | 1996                                    | 33,48             | 2013 | 59,78             |
| Vazão média do período = 111,16                         |                   |      |                   |      |                   | Vazão média do período = 88,96          |                   |      |                   |

Como se pode observar no **Quadro 1.4**, a vazão média global da série de dados utilizada à época do projeto (111,16 m³/s) caiu 20% em relação à vazão média global da série de dados mais recentes (88,96 m³/s), empregada nos estudos de reavaliação do presente Plano. Chama a atenção nesta última série a sequência de valores para o período de 2007 a 2013, com destaque para a pior média anual registrada em 2012, antecedida por cinco anos em que as médias anuais foram inferiores à média global do período. O fato de ser este o primeiro período de baixa oferta com usos concorrentes para abastecimento e geração de energia gerou uma situação que nunca havia sido vivenciada ao longo da vida do reservatório, ilustrada na **Figura 1.3**. Essa figura mostra graficamente o comportamento do reservatório através das médias mensais das vazões afluentes, vazões efluentes e cotas dos níveis de água, a partir de novembro/2006, quando o operador da barragem manteve monitoramento diário desses parâmetros. Em decorrência da severa estiagem vivenciada na bacia do Paraguaçu no ano de 2012, duas portarias do INEMA (2776 e 3268) reduziram, respectivamente, a vazão liberada para jusante aos valores de 6,0 m³/s e 3,0 m³/s, enquanto perdurassem as baixas contribuições que aportavam ao reservatório naquela oportunidade. Observa-se na **Figura 1.3** que em 2013 as vazões afluentes ainda eram insuficientes para remediar essa situação, persistindo no decurso desse ano níveis d'água próximos do mínimo operacional da UHE (cota 110,00 m) e descargas mínimas, conforme determinado pelo INEMA, em detrimento da geração de energia.

Convém observar que no período de 1993 a 1996, em que as vazões médias anuais também ficaram abaixo da média (**Quadro 1.4**), a inexistência do consumo para geração de energia evitou que o reservatório passasse por uma situação de operação preocupante como a que foi vivenciada recentemente.

Mesmo sob as novas tendências, os estudos apontam que o reservatório de Pedra do Cavalo possui capacidade para atender um aumento de demanda para a RMS, além dos atuais 7,0 m³/s, mas fica evidente que medidas operacionais de alto significado devem ser estabelecidas, entre elas a reavaliação das cotas das tomadas de água para abastecimento e as regras de manejo compatibilizando interesses entre o abastecimento humano, a geração de energia e o controle de cheias.



**Figura 1.3 - Dados operacionais do reservatório de Pedra do Cavalo no período novembro/2006 – maio/2014**

Fonte: INEMA (dados operacionais da barragem de Pedra do Cavalo)



Os principais usos consuntivos do reservatório de Pedra do Cavalo relacionam-se aos usos para abastecimento humano, geração de energia e manutenção das condições ambientais na região estuarina (vazão ecológica) à jusante da barragem. Em menor escala de grandeza, existe ainda a demanda de irrigação.

A demanda de abastecimento humano corresponde aos sistemas operados pela EMBASA. Para a RMS, são destinados 7,0 m<sup>3</sup>/s através da adutora de Pedra do Cavalo, implantada em 1ª. etapa. Outras duas etapas, com esta mesma capacidade, foram previstas no projeto. Considerando-se o déficit de demanda previsto para o SIAA de Salvador em 2040 (4,56 m<sup>3</sup>/s), admite-se, para fins de avaliação, a hipótese de implantação da 2ª. etapa com vazão de 4,56 m<sup>3</sup>/s, totalizando 11,56 m<sup>3</sup>/s para a RMS. Além da RMS, o reservatório abastece outros sistemas no seu entorno, os quais demandam atualmente 2,7 m<sup>3</sup>/s, com previsão de aumento para 3,3 m<sup>3</sup>/s em fim de Plano (ano 2040), conforme estimativa apresentada na **Figura 1.4**.

A demanda para geração de energia deu-se a partir do ano 2005, com a entrada em operação da Usina Hidrelétrica (UHE) Pedra do Cavalo, por meio do contrato de concessão Nº 19/2002, firmado entre a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a empresa Votorantim, com vigência de 35 anos. Em sua “Cláusula Terceira - Operação do Aproveitamento Hidrelétrico e Comercialização”, o contrato prevê a retirada de água de 24 m<sup>3</sup>/s até o ano de 2024 e 31,5 m<sup>3</sup>/s após o ano de 2025, para assegurar os níveis de potência e energia contratados. Entretanto, computando-se as vazões médias mensais turbinadas no período de novembro/2006 a maio/2012, que correspondem às vazões médias mensais efluentes mostradas na **Figura 1.3** (exceto nos meses de fevereiro e março 2007 onde as vazões médias excederam a capacidade de turbinagem sendo parte descarregada pelo vertedor), obtém-se para esse período uma vazão média turbinada de 33,5 m<sup>3</sup>/s, superior à prevista no contrato. Apesar disso, para efeito desta análise admite-se que a demanda de água para geração de energia corresponde à vazão média efetivamente turbinada no período de novembro/2006 a maio/2012, ou seja, 33,5 m<sup>3</sup>/s. Convém mencionar que as vazões atualmente turbinadas ainda são insuficientes para cumprir a energia assegurada prevista no contrato, conforme informação do operador da barragem.

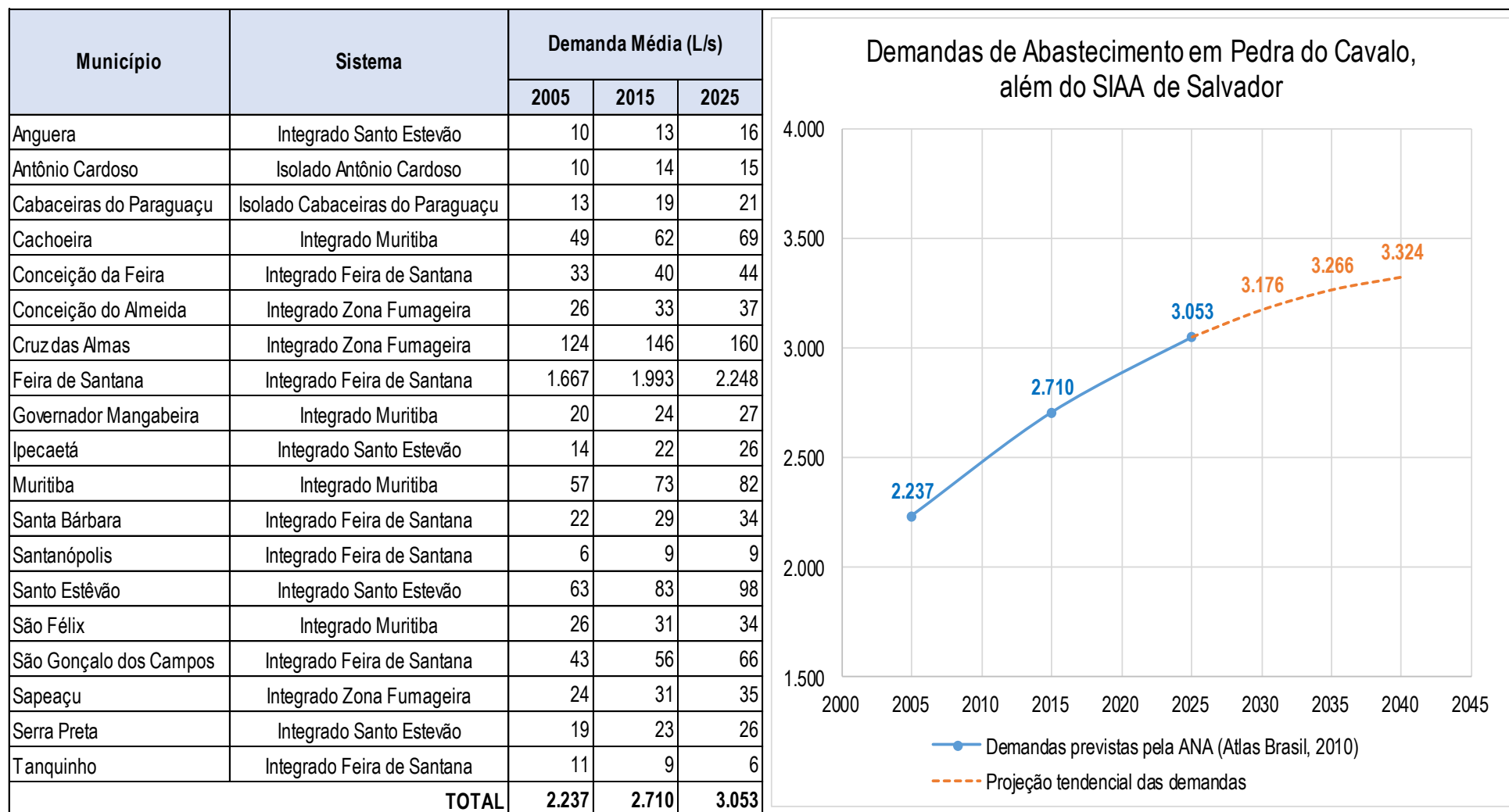
Quanto à demanda de irrigação, de acordo com o estudo intitulado *Balanço Hídrico para a Revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos* (INEMA, 2012), as outorgas concedidas na unidade de balanço Baixo Paraguaçu são inexpressivas, totalizando aproximadamente 0,02 m<sup>3</sup>/s. Entretanto, o estudo admite que a demanda real pode ser superior à demanda outorgada. Sabendo-se da existência de usuários não cadastrados na bacia, estima-se, de modo conservador, que a demanda de irrigação do reservatório de Pedra do Cavalo possa atingir valor da ordem de 1,0 m<sup>3</sup>/s.

Com base nos comentários anteriores, apresenta-se no **Quadro 1.5** a síntese das demandas, atuais e potenciais futuras, sobre o reservatório de Pedra do Cavalo. É importante ressaltar que se trata de estimativa simplificada, para avaliar a hipótese de aumento da retirada de água desse reservatório para atendimento de demandas da RMS. Ressalta-se que o tema merece discussão mais profunda no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraguaçu, que se encontra na fase inicial de diagnóstico, pois cabe a esse plano a avaliação realista das disponibilidades no âmbito global da bacia do Paraguaçu e o ordenamento do uso da água, inclusive do reservatório de Pedra do Cavalo, conforme as prioridades detectadas.

**Quadro 1.5** - Demandas de água da represa de Pedra do Cavalo, em m<sup>3</sup>/s

| ANO  | ABASTECIMENTO HUMANO |        | IRRIGAÇÃO | GERAÇÃO DE ENERGIA | RESTITUIÇÃO MÍNIMA | TOTAL |
|------|----------------------|--------|-----------|--------------------|--------------------|-------|
|      | RMS                  | OUTROS |           |                    |                    |       |
| 2015 | 7,0                  | 2,7    | 1,00      | 33,5               | 10,0               | 44,2  |
| 2040 | 11,56                | 3,3    | 1,00      | 33,5               | 10,0               | 49,4  |

**Nota:** a vazão de restituição não entra na totalização da demanda por estar conjugada com a geração de energia.



**Figura 1.4 - Demandas dos demais sistemas de abastecimento que se utilizam da represa de Pedra do Cavalo**

Fonte: Agência Nacional de Águas (projeções de 2005 a 2025 obtidas do Atlas Brasil, 2010)

O **Quadro 1.5** mostra que as demandas atuais totalizam 44,2 m³/s, podendo atingir 49,4 m³/s no horizonte do Plano, caso a 2ª etapa do Sistema Adutor Pedra do Cavalo, que atende a RMS, fosse implantada.

Quanto à disponibilidade para atendimento dessas demandas, os estudos de reavaliação da capacidade de regularização do reservatório de Pedra do Cavalo, realizados no presente Plano, indicam uma vazão regularizada de 47,15 m³/s, considerando o volume útil entre as cotas 106,00 e 120,00 m, conforme projeto.

Entretanto, atualmente o N.A. Mínimo operacional está fixado na cota 110,00 m visando resguardar os sistemas de abastecimento da EMBASA, reduzindo-se o volume útil do reservatório em relação ao previsto no projeto da barragem. Para o volume útil acumulado entre as cotas 110,00 e 120,00 m, a vazão regularizada foi estimada no presente Plano em 37,72 m³/s. Esta vazão regularizada, comparada às demandas totais indicadas no **Quadro 1.5**, mostra-se insuficiente para o atendimento das demandas previstas com 100% de garantia, inclusive as demandas atuais. Isto justifica a demanda reprimida para a geração de energia durante a grave estiagem nos anos de 2012 e 2013 (**Figura 1.3**).

O **Quadro 1.6** apresentado a seguir destaca algumas informações significativas para a definição da disponibilidade existente no reservatório Pedra do Cavalo.

**Quadro 1.6** - Volumes disponíveis para regularização e vazões em Pedra do Cavalo

| RESERVATÓRIO    | NÍVEIS OPERACIONAIS (m) |               | VOLUMES       |               |               | % DO VOLUME TOTAL |       |
|-----------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------|
|                 |                         |               | (m³)          |               |               |                   |       |
|                 | MÁXIMO NORMAL           | MÍNIMOS       | TOTAL         | ÚTIL          | MORTO         | ÚTIL              | MORTO |
| Pedra do Cavalo | 120                     | 110,00 (NS1)  | 4.631.708.840 | 1.399.687.535 | 3.232.021.305 | 30,2              | 69,8  |
|                 | 120                     | 106,00 (Min.) | 4.631.708.840 | 1.858.705.526 | 2.773.003.314 | 40,1              | 59,9  |
|                 | 120                     | 96,50 (CAT)   | 4.631.708.840 | 2.754.233.427 | 1.877.457.413 | 59,5              | 40,5  |

Os volumes do **Quadro 1.6** foram estimados segundo a curva Cota x Volume do estudo original da barragem, para início de operação, e os níveis operacionais mínimos referem-se a vários critérios.

O nível de segurança NS1, correspondente à cota 110,00 m, foi definido pela EMBASA, como meta a ser considerada pelo operador da barragem de preservar o N.A. no reservatório sempre acima deste valor. Isto representa que o volume morto associado a esta cota é cerca de 70% do volume total do reservatório, considerando o nível máximo normal na cota 120,00 m.

Se a operação se der com o mínimo operacional na cota 106,00 m, correspondente ao nível mínimo operacional das comportas, o volume morto corresponde a cerca de 60% do volume total.

Se for considerada a cota 96,50 m, das estruturas de alimentação das turbinas (CAT), o volume morto cai para cerca de 40% do volume total, ainda assim superior ao volume de acumulação total de quase todas as represas existentes no estado. A cota 96,5 m situa-se cerca de seis metros acima da geratriz superior da tomada de água para a alimentação das turbinas.

Estes indicadores sugerem que o aproveitamento do reservatório de Pedra do Cavalo deve ser reavaliado visando maior utilização de suas reservas. Diante das demandas apresentadas no **Quadro 1.5**, um cenário a ser considerado para análise, no contexto do Plano da Bacia do Paraguaçu, seria a operação do reservatório conforme o projeto da barragem, com variação do nível d'água entre as cotas 106,00 m e 120,00 m, que permitiria regularizar a vazão de 47,15 m³/s, de acordo com estudos do presente Plano. Na hipótese de uma retirada adicional de 4,56 m³/s para a RMS, mediante implantação da 2ª etapa do Sistema Adutor Pedra do Cavalo, a demanda média de geração de energia seria diminuída de 33,5 m³/s para aproximadamente 31,3 m³/s, para compatibilizar a demanda total com a vazão regularizada pelo reservatório com 100% de garantia, sem causar significativa redução na produção de energia. Nesse cenário, será preciso avaliar as implicações

nas captações da EMBASA existentes na represa e possíveis adequações requeridas para garantir o abastecimento de água.

#### 1.1.2.2 Considerações sobre a disponibilidade hídrica do reservatório de Santa Helena

O rio Jacuípe, até o momento, não dispõe de captação direta para o Sistema Integrado de Salvador. O seu aproveitamento é efetuado via transposição de bacias, por intermédio do rio Joanes, onde se localizam as estruturas de captação, a partir das represas Joanes I e Joanes II.

A captação no rio Jacuípe tem origem na represa de Santa Helena, por meio de uma elevatória situada na foz do rio Jacumirim, atualmente inundada pela represa.

Avaliações da capacidade de regularização do reservatório de Santa Helena foram realizadas em pelo menos três oportunidades. A mais antiga, anterior a 1976, é relativa ao projeto da obra e estabelece o valor de 6,75 m³/s. Naquela oportunidade foi considerado que o nível útil máximo corresponderia à cota 20,00 m com nível mínimo operacional na cota 17,00 m, valor este estabelecido em função do ponto de captação da EMBASA.

Entre os anos de 1996 e 1998, antes da reconstrução dessa barragem, rompida durante enchente ocorrida em 1985, dois estudos foram realizados e em ambos foram efetuadas estimativas da vazão regularizada considerando dados mais recentes do que aqueles utilizados no projeto de 1976. Estes estudos foram o Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, elaborado pela Hydros Engenharia para a EMBASA, e os Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe, elaborado pela Geohidro para a COPENE, com acompanhamento da EMBASA.

Um aspecto comum tratado em ambos os estudos foi a avaliação da vazão regularizada considerando o nível mínimo operacional na cota 17,00 m e a alternativa de se transferir este nível para a cota 10,00 m. O **Quadro 1.7** a seguir apresenta os valores estimados, em cada um desses estudos, para 100% de permanência, considerando cada uma das cotas mínimas operacionais.

**Quadro 1.7** - Vazão regularizada com 100% de permanência em Santa Helena estimada em estudos anteriores (m³/s)

| ESTUDO   | PERÍODO DA SIMULAÇÃO | NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL |         |
|----------|----------------------|--------------------------|---------|
|          |                      | 17,00 m                  | 10,00 m |
| HYDROS   | 08/1956 a 12/1971    | 7,900                    | 9,420   |
| GEOHIDRO | 01/1956 a 12/1994    | 6,532                    | 8,815   |

Pode ser verificado que os estudos fizeram suas estimativas associadas a períodos não coincidentes e que os valores a que chegaram são relativamente próximos.

Analisando-se os dados disponíveis referentes ao reservatório de Santa Helena, foi observado que as informações que relacionam altura do nível de água com volume armazenado e área da superfície líquida exposta variam segundo a fonte de informação e ainda apresentam certa inconsistência entre valores estimados. Por isso, a definição das curvas Cota x Área e Cota x Volume empregadas no presente Plano foram obtidas a partir de procedimentos clássicos, considerando os valores das áreas do espelho d'água estimadas pelas curvas de nível encontradas em levantamentos topográficos da área.

Para a alimentação do reservatório em período mais atual foi gerada uma série de valores de médias mensais de vazão a partir de dados disponíveis no mesmo rio Jacuípe em Mata de São João, em estação situada à montante do reservatório. As vazões médias mensais foram obtidas a partir de equações de regressão selecionadas por melhor ajuste para cada mês do ano entre os dados medidos nesta mesma estação e a de Emboacica, que operou em local muito próximo da barragem de Santa Helena, servindo de base aos estudos de implantação desse barramento. Com a construção dessa obra, a estação deixou de operar. A série de vazões utilizadas para representar as condições atuais corresponde ao período de 1986 a 2005, o mais recente disponível para a estação, que serviu de base para a geração de dados.



Atualmente a captação de água no reservatório de Santa Helena se faz até a cota 17,00 m, aproveitando uma quantidade limitada das reservas estocadas. Existe uma alternativa de exploração deste manancial, em estudo pela EMBASA, que proporcionaria a exploração do reservatório até a cota 10,00 m. Por conta disso, as simulações efetuadas no presente Plano consideraram estas duas hipóteses de exploração.

Os valores de volume correspondentes aos níveis operacionais, de interesse para a definição do potencial hidrológico do reservatório da barragem de Santa Helena, foram estabelecidos após análise dos dados disponíveis nas diversas fontes consultadas e estão indicados no quadro a seguir.

**Quadro 1.8 - Volumes correspondentes aos níveis operacionais dos reservatórios**

| RESERVATÓRIO | RIO BARRADO | COTAS OPERACIONAIS (m) |         | VOLUMES (m³) |             |             | % DO VOLUME TOTAL |       |
|--------------|-------------|------------------------|---------|--------------|-------------|-------------|-------------------|-------|
|              |             | MÁXIMA                 | MÍNIMA  | TOTAL        | ÚTIL        | MORTO       | UTIL              | MORTO |
| Santa Helena | Jacuípe     | 20,00                  | 17,00 m | 222.633.857  | 84.072.319  | 138.561.537 | 37,8              | 62,2  |
|              |             | 20,00                  | 10,00 m | 222.633.857  | 193.175.007 | 29.458.850  | 86,8              | 13,2  |

Efetuada as simulações, foram obtidos os valores de vazão global regularizada, incluindo os diversos usos e liberação para jusante, indicados no **Quadro 1.9**, para cada nível de permanência analisado.

**Quadro 1.9 - Vazões regularizadas em Santa Helena para cenários mais recentes**

| RESERVATÓRIO | NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL | VAZÃO REGULARIZADA (m³/s) |          |          | VAZÃO À JUSANTE (m³/s) |
|--------------|--------------------------|---------------------------|----------|----------|------------------------|
|              |                          | 100% PERM                 | 95% PERM | 90% PERM |                        |
| Santa Helena | 17,00 m                  | 4,045                     | 5,642    | 6,640    | 1,992*                 |
|              | 10,00 m                  | 6,596                     | 8,358    | 9,960    |                        |

\* Valor calculado para a cota 10,00 m, admitida como a capacidade de regularização do reservatório.

Observando os resultados encontrados na presente reavaliação, recomenda-se que deva ser considerado para nível de planejamento a vazão regularizada com 100% de permanência no reservatório de Santa Helena, igual a 4,045 m³/s para a cota 17,00 m, e 6,596 m³/s para a cota 10,00 m, considerando o N.A. máximo operacional do reservatório na cota 20,00 m. Estes valores são inferiores aos estabelecidos nos estudos realizados em períodos anteriores, indicados no **Quadro 1.7** anteriormente apresentado.

Conforme analisado nos estudos hidrológicos (**Tomo II, Volume 2, Capítulo 1, Apêndice 2**), a principal causa da diferença de resultados está na sequência de anos críticos que foram considerados na simulação. Para o período simulado nos estudos deste Plano (1986 a 2005) a vazão média foi de 13,14 m³/s e a sequência crítica de anos consecutivos que definiu a situação extrema de atendimento foi a seguinte:

|                               |        |       |       |       |        |       |
|-------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Ano.....                      | 1990   | 1991  | 1992  | 1993  | 1994   | 1995  |
| Vazão Média Anual (m³/s)..... | 11,034 | 8,713 | 7,391 | 4,447 | 10,452 | 5,765 |

Nos dados anteriores é possível verificar que o ano mais crítico (1993) se apresenta após uma sequência de quatro anos em que as médias anuais caíram sucessivamente e atingiram valores nunca antes observados. É natural que sob estas circunstâncias a capacidade de atendimento do reservatório caia de forma significativa.

A vazão liberada para jusante foi considerada igual a 20% da vazão regularizada na cota 10,00 m, com 90% de permanência, conforme preconiza a Instrução Normativa SRH Nº 01/2007, já referida neste relatório, obtendo-se o valor de 1,992 m³/s.

Para efeito de avaliação da disponibilidade de Santa Helena para fins de abastecimento, considera-se no presente Plano a capacidade de regularização da represa, estimada para cada nível operacional mínimo considerado, com 100% de permanência, subtraída da vazão liberada para jusante, conforme indicado no **Quadro 1.10** apresentado a seguir.

**Quadro 1.10** - Vazões disponíveis para abastecimento no reservatório de Santa Helena, conforme estudos deste Plano

| RESERVATÓRIO | NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL | VAZÕES (m³/s)                 |                    |                               |
|--------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
|              |                          | REGULARIZADA 100% PERMANÊNCIA | LIBERADA À JUSANTE | DISPONÍVEL PARA ABASTECIMENTO |
| Santa Helena | 17,00 m                  | 4,045                         | 1,992              | 2,053                         |
|              | 10,00 m                  | 6,596                         |                    | 4,604                         |

O balanço entre disponibilidade existente e demandas projetadas para o SIAA de Salvador, mostrado anteriormente na **Figura 1.2**, evidencia que a disponibilidade atual de Santa Helena, limitada a 2,053 m³/s para a cota 17,00 m, já não oferece garantia para vazões com permanência de 100%, observando-se naquela figura um déficit calculado em 1,71 m³/s para início de Plano (ano 2015). Nessa condição operacional, o déficit projetado para fim de plano (ano 2040) aumentaria para 4,56 m³/s. Mesmo que a intervenção para captação na cota 10,00 m seja implantada, ainda haveria um déficit de disponibilidade que atingiria 2,01 m³/s no horizonte do Plano.

Isto significa que a represa de Santa Helena, por sua própria capacidade de regularização, não tem condições de suprir integralmente o acréscimo de demanda previsto em fim de plano para o SIAA de Salvador (4,56 m³/s), ou seja, esse sistema dependerá de outra(s) fonte(s) de abastecimento.

Atualmente o aproveitamento de Santa Helena está limitado à capacidade de regularização proporcionada pela captação existente na cota 17,00 m e à capacidade das duas adutoras em conduto forçado por gravidade existentes que transpõem águas para a represa de Joanes II, que podem veicular no máximo 3,0 m³/s. A retirada de vazões maiores depende da implantação de uma nova elevatória em local apropriado para captação na cota 10,00 m e da ampliação do sistema adutor de reversão de água bruta para Joanes II.

#### 1.1.2.3 Considerações sobre a disponibilidade hídrica do Rio Pojuca

Por ocasião da elaboração do Plano Diretor de Abastecimento de Água e Controle da Poluição Hídrica da Grande Salvador (EMBASA, 1973) foi proposta a Barragem de Itapecerica, no rio Pojuca, como um dos mananciais de atendimento das futuras demandas do SIAA de Salvador. De acordo com a concepção proposta, a represa de Itapecerica teria condições de regularizar 12,6 m³/s (entre as cotas 26,00 m e 51,00 m), com um volume de acumulação de 959,8 hm³.

No presente Plano foram desenvolvidos estudos preliminares para reavaliar a disponibilidade hídrica do rio Pojuca, a luz de informações hidrológicas atualizadas, considerando duas possibilidades de aproveitamento: captação a fio d'água e com a implantação de uma barragem de regularização. Os estudos hidrológicos em seus pormenores constam no **Apêndice 1** deste relatório, sintetizando-se a seguir os resultados obtidos para as duas possibilidades de aproveitamento analisadas.

##### A. Disponibilidade Hídrica do Rio Pojuca sem Barragem

O local previsto para captação a fio d'água no rio Pojuca fica próximo a Fazenda Frecheiras, cerca de 2,5 km a montante do posto fluviométrico denominado Tiririca, operado pela ANA (código 50795000), com informações fluviométricas a partir de 1961. Esse posto possui as coordenadas 12° 30' 43" e 38° 04' 00", obtidas do Banco de Dados da ANA. Em razão de sua proximidade do local previsto para captação a fio d'água, os dados observados no posto Tiririca podem ser admitidos iguais aos do local da captação. O rio Pojuca em Tiririca possui uma área de drenagem de 4.700 km² e sua vazão média anual é de 28,553 m³/s.

Considerando a frequência de ocorrência das vazões médias diárias observadas, a vazão de referência (Q90%) no local da captação é de 7,20 m³/s. A Instrução Normativa Nº 001/2007 do INEMA preconiza que 20% desta vazão (1,44 m³/s) deve ser mantida a jusante da captação, admitindo, em caso de abastecimento humano, que a vazão liberada à jusante possa atingir até 5% da vazão de referência, que é de 0,36 m³/s.

Considerando as duas hipóteses facultadas pela instrução normativa, as vazões disponíveis para captação seriam as indicadas no **Quadro 1.11** apresentado a seguir.

**Quadro 1.11** - Vazões disponíveis para captação a fio d'água no rio Pojuca na seção considerada

| Frequência(%) | Vazão Avaliada (m³/s) | 20% da Vazão Referência (m³/s) | Vazão disponível para captação com liberação de 20% da Q <sub>90%</sub> (m³/s) | 5% da Vazão Referência (m³/s) | Vazão disponível para captação com liberação de 5% da Q <sub>90%</sub> (m³/s) |
|---------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 90            | 7,20                  | 1,44                           | 5,76                                                                           | 0,36                          | 6,84                                                                          |
| 95            | 5,53                  | 1,44                           | 4,09                                                                           | 0,36                          | 5,17                                                                          |
| 100           | 2,22                  | 1,44                           | 0,78                                                                           | 0,36                          | 1,86                                                                          |

A partir desta análise é possível concluir que o rio Pojuca, no local previsto para a captação, teria condições de atender a fio d'água uma vazão de até 1,86 m³/s em 100% do tempo.

#### B. Disponibilidade Hídrica do Rio Pojuca com Barragem

Paralelamente aos estudos hidrológicos do rio Pojuca foram realizados estudos complementares para avaliar possíveis sítios da Barragem de Itapecerica no rio Pojuca, considerando os estudos existentes desenvolvidos no Plano Diretor de Abastecimento de Água e Controle da Poluição Hídrica da Grande Salvador (EMBASA, 1973) e as atuais informações disponíveis na região.

A área estudada envolveu dois eixos alternativos, denominados de Jusante e de Montante, com suas respectivas bacias de acumulação, conforme ilustrado na **Figura 1.5**.

O eixo de Jusante corresponde ao eixo analisado no Plano Diretor de 1973 e situa-se nas proximidades dos povoados de Tiririca e Frecheiras.

O eixo de Montante situa-se 8 km rio acima, distante cerca de 3 Km do povoado de Covão, que é a localidade mais próxima. Esse eixo foi estudado como alternativa de minimizar conflitos, uma vez que no entorno do eixo de Jusante observa-se crescente ocupação urbana que deverá impor maiores dificuldades ao processo de liberação do sítio da barragem, além de agregar maior ônus financeiro à construção da barragem em razão das medidas compensatórias para desapropriação da área.

As coordenadas dos eixos analisados são as seguintes:

**Quadro 1.12** - Coordenadas dos pontos extremos dos eixos analisados

| EXTREMIDADES | EIXO DE MONTANTE                       | EIXO DE JUSANTE                        |
|--------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Início       | E (601.510,6300); N = (8.618.977,9890) | E (602.124,6192); N = (8.611.246,0355) |
| Fim          | E (602.158,7619); N = (8.618.891,8748) | E (603.001,6490); N = (8.611.866,7069) |

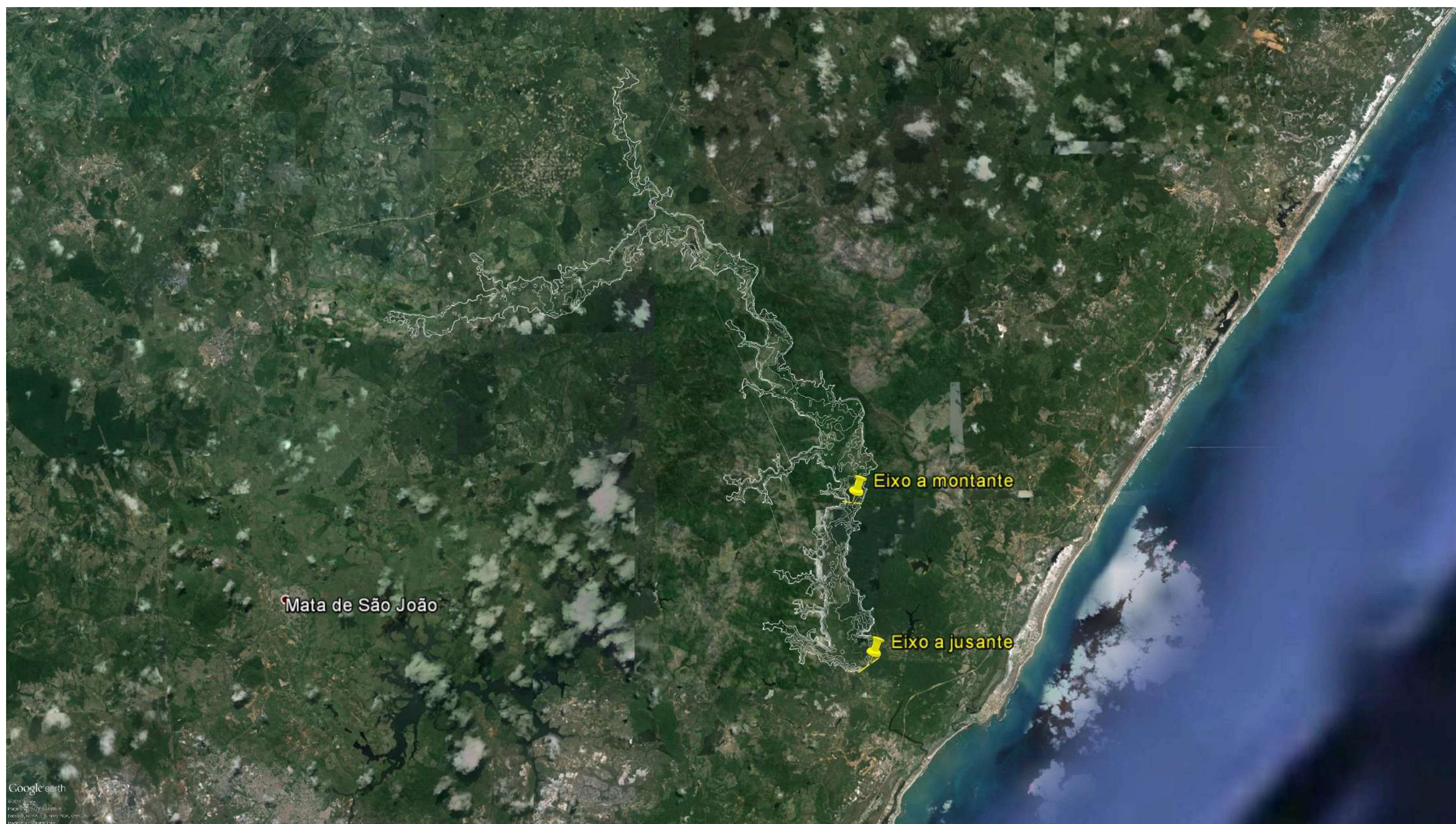
A base topográfica utilizada para o desenvolvimento do presente estudo foi elaborada a partir de informações obtidas do TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil disponibilizados pelo INPE / EMBRAPA e desenvolvidos a partir da base de dados SRTM (acrônimo em inglês de *Shuttle Radar Topography Mission*), publicada no site: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>.

A superfície de terreno gerada no Autocad Civil 3D foi representada com curvas de nível interpoladas de 1 em 1 m. A curva correspondente a cada cota analisada foi identificada e o seu contorno seccionado nos limites do barramento. Deste modo, foram identificadas as áreas das bacias de acumulação nas diversas cotas.

O volume de acumulação foi obtido utilizando-se o Autocad Civil 3D. O software realiza esta função por meio de cálculo integral com base na comparação entre a superfície plana representativa do espelho d'água e a superfície do terreno natural.

Os valores obtidos em cada simulação são apresentados no **Quadro 1.13** e **Quadro 1.14**, respectivamente para o eixo de Jusante e Montante.





**Figura 1.5 - Localização dos eixos analisados para a implantação da barragem de Itapecerica**



**Quadro 1.13 - Áreas e volumes de acumulação para variados níveis no Barramento de Jusante**

| COTA | ÁREA              |          | VOLUME            |                    |
|------|-------------------|----------|-------------------|--------------------|
|      | (m <sup>2</sup> ) | (ha)     | (m <sup>3</sup> ) | (hm <sup>3</sup> ) |
| 25   | 0,00              | 0,00     | 0,00              | 0,00               |
| 30   | 4.467.243,43      | 446,00   | 8.069.476,09      | 8,069              |
| 33   | 6.608.849,67      | 660,88   | 24.697.092,09     | 24,697             |
| 35   | 8.576.362,44      | 857,00   | 40.259.057,72     | 40,259             |
| 40   | 14.361.011,11     | 1.436,00 | 96.725.531,66     | 96,725             |
| 41   | 16.009.802,25     | 1.600,00 | 111.856.880,13    | 111,856            |
| 45   | 26.235.623,11     | 2.623,00 | 208.677.505,76    | 208,677            |
| 47   | 39.028.971,28     | 3.902,00 | 295.719.401,14    | 295,719            |
| 48   | 43.963.965,91     | 4.396,00 | 341.769.947,36    | 341,769            |
| 50   | 54.418.515,82     | 5.441,00 | 443.896.554,97    | 443,896            |

**Quadro 1.14 - Áreas e volumes de acumulação para variados níveis no Barramento de Montante**

| COTA | ÁREA              |          | VOLUME            |                    |
|------|-------------------|----------|-------------------|--------------------|
|      | (m <sup>2</sup> ) | (ha)     | (m <sup>3</sup> ) | (hm <sup>3</sup> ) |
| 35   | 0,00              | 0,00     | 0,00              | 0,00               |
| 40   | 3.147.634,41      | 314,00   | 6.886.897,67      | 6,886              |
| 41   | 4.312.799,14      | 431,00   | 10.212.007,93     | 10,212             |
| 42   | 5.837.975,13      | 583,00   | 16.174.644,60     | 16,174             |
| 45   | 12.946.990,34     | 1.294,00 | 57.317.490,57     | 57,317             |
| 47   | 24.847.036,98     | 2.484,00 | 116.973.478,18    | 116,973            |
| 48   | 29.157.197,87     | 2.915,00 | 148.354.079,61    | 148,354            |
| 50   | 38.571.752,51     | 3.857,00 | 219.846.575,12    | 219,846            |

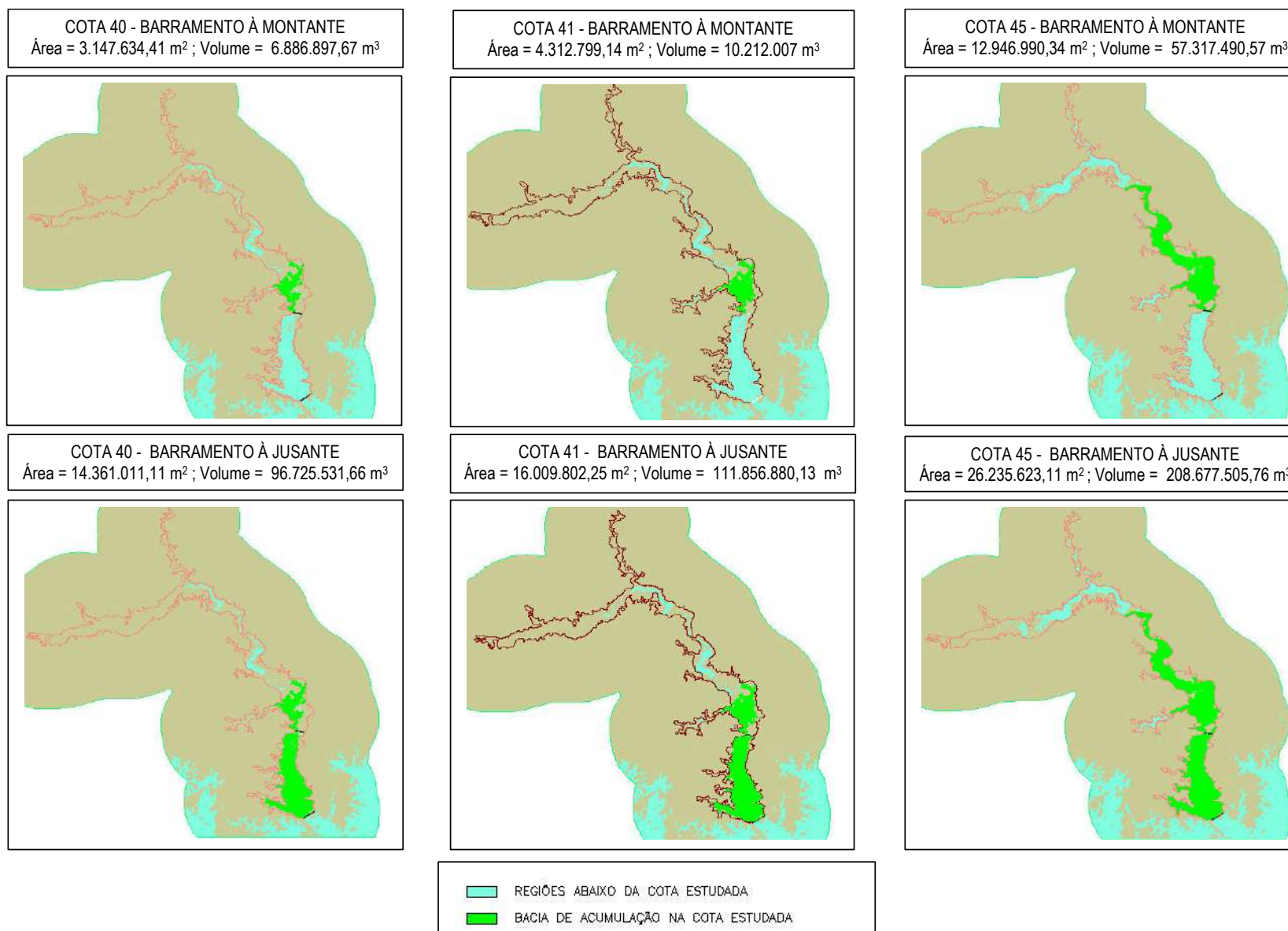
A **Figura 1.6** e a **Figura 1.7** mostram a representação gráfica das bacias de acumulação correspondentes aos diversos níveis ensaiados para os barramentos de montante e de jusante. A sequência de imagens apresentadas permite observar o aumento progressivo das áreas inundadas à medida que a cota do barramento se eleva.

Na simulação da operação dos reservatórios da Barragem de Itapecerica foi utilizada a série de vazões médias mensais definidas para o posto de Tiririca (50795000), sem proceder a nenhuma correção em virtude da proximidade dos eixos estudados com a localização deste posto fluviométrico. A evaporação adotada foi a do posto do INMET, localizado em Salvador. As planilhas de dados encontram-se no **Apêndice 1** do presente relatório, onde encontra-se o estudo hidrológico completo.

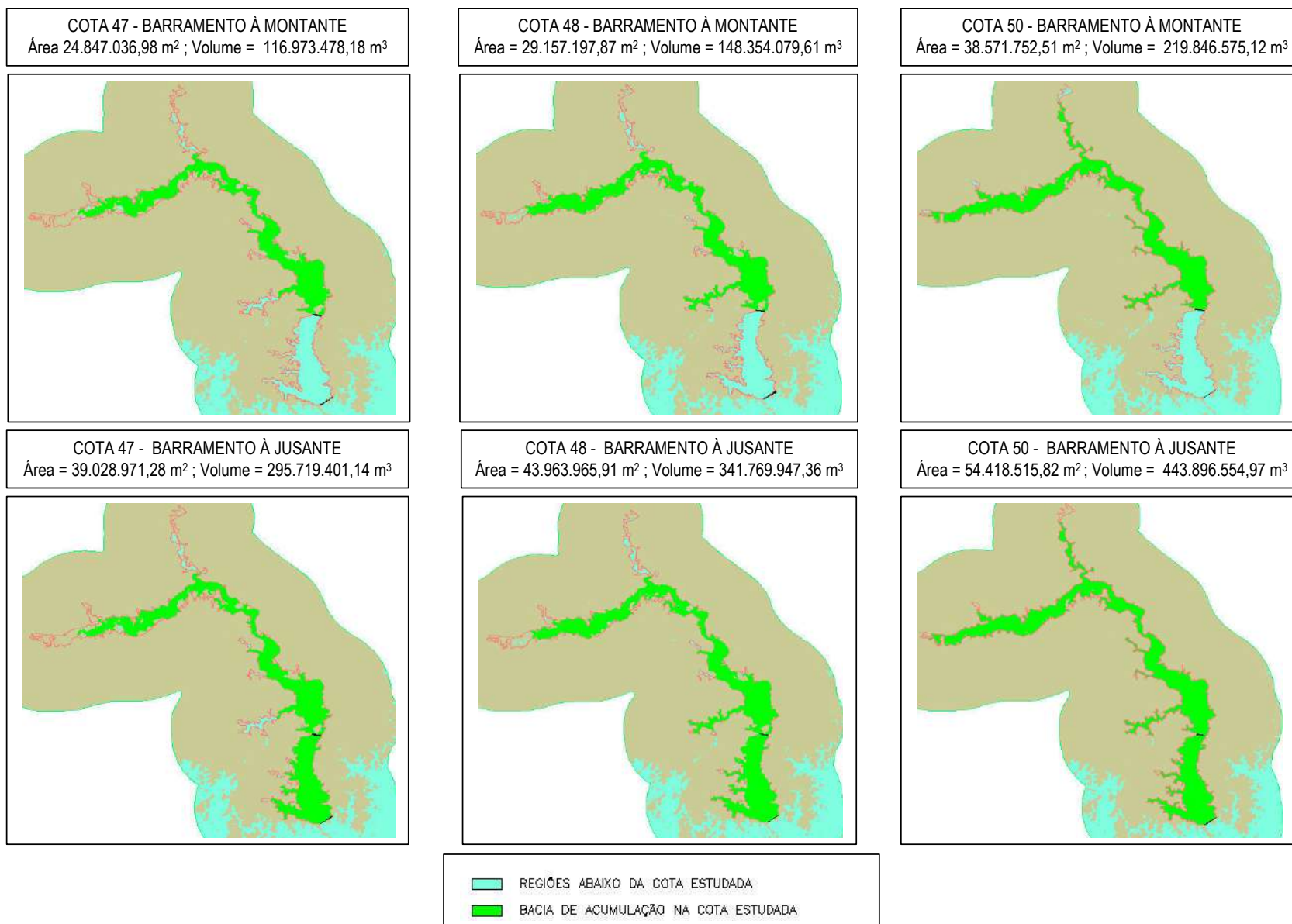
O balanço hídrico do reservatório foi realizado através do programa “Modelo de Simulação Iterativa da Operação de Reservatórios - CASCATA”. Este programa, desenvolvido pelo Prof. Antonio E. Lanna do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, simula a operação do reservatório a partir das vazões mensais afluentes, considerando ainda a evaporação e a precipitação sobre o espelho líquido.

Nesta simulação considerou-se a liberação a jusante da barragem de 50% da vazão de referência, avaliada em 3,60 m<sup>3</sup>/s. Adotou-se um percentual maior que o previsto na legislação visando minimizar os impactos ambientais negativos no trecho final do rio Pojuca. Numa etapa futura, esta vazão a ser liberada a jusante deverá ser reavaliada.

Adotou-se na simulação uma garantia de 100%, ou seja, vazões regularizadas com permanência em 100% do tempo. Os resultados da simulação dos reservatórios estão apresentados, na íntegra, no **Apêndice 1**, e de forma resumida no **Quadro 1.15**, **Quadro 1.16**, **Quadro 1.17** e **Quadro 1.18** adiante apresentados.



**Figura 1.6 - Representação gráfica das bacias de acumulação (cotas 40,00; 41,00 e 45,00 m)**



**Figura 1.7 - Representação gráfica das bacias de acumulação (cotas 47,00; 48,00 e 50,00 m)**

Para a Barragem Itapecerica – Montante analisou-se a capacidade de regularização para variação do nível de água entre as cotas 40,00 m (N.A. mínimo) e 50,00 m (N.A. máximo normal na cota 50,0 m), obtendo-se os resultados mostrados no **Quadro 1.15**.

**Quadro 1.15** - Barragem de Itapecerica - Resultados da Simulação “Cascata” para a Seção de Montante

| Vazão liberada a jusante - 3,60 m³/s (50% da vazão de referência) |                        |                               |                           |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Cota do N.A. mínimo - 40,00 m (6,886 hm³)                         |                        |                               |                           |
| Garantia - 100%                                                   |                        |                               |                           |
| COTAS (m)                                                         | VOLUME ACUMULADO (hm³) | VOLUME REGULARIZADO (hm³/ano) | VAZÃO REGULARIZADA (m³/s) |
| 41,62                                                             | 17,535                 | 43,412                        | 1,377                     |
| 42,53                                                             | 28,183                 | 93,418                        | 2,962                     |
| 43,43                                                             | 38,831                 | 111,231                       | 3,527                     |
| 44,33                                                             | 49,479                 | 128,741                       | 4,082                     |
| 45,09                                                             | 60,127                 | 146,708                       | 4,652                     |
| 45,45                                                             | 70,775                 | 163,96                        | 5,199                     |
| 45,81                                                             | 81,423                 | 181,774                       | 5,764                     |
| 46,17                                                             | 92,071                 | 198,413                       | 6,292                     |
| 46,52                                                             | 102,719                | 214,521                       | 6,802                     |
| 46,88                                                             | 113,367                | 229,647                       | 7,282                     |
| 47,22                                                             | 124,015                | 245,217                       | 7,776                     |
| 47,56                                                             | 134,663                | 251,728                       | 7,982                     |
| 47,90                                                             | 145,311                | 257,362                       | 8,161                     |
| 48,21                                                             | 155,959                | 263,733                       | 8,363                     |
| 48,51                                                             | 166,607                | 269,57                        | 8,548                     |
| 48,81                                                             | 177,255                | 275,601                       | 8,739                     |
| 49,11                                                             | 187,903                | 281,569                       | 8,928                     |
| 49,40                                                             | 198,551                | 287,16                        | 9,106                     |
| 49,70                                                             | 209,199                | 293,581                       | 9,309                     |
| 50,00                                                             | 219,847                | 299,407                       | 9,494                     |

**Nota:** Os valores de vazão regularizada já estão descontados da vazão liberada a jusante (3,60 m³/s)

Para a Barragem Itapecerica – Jusante analisou-se a capacidade de regularização para variação do nível de água entre as cotas 30,00 m (N.A. mínimo) e 50,00 m (N.A. máximo normal na cota 50,0 m), obtendo-se os resultados mostrados no **Quadro 1.16**.

**Quadro 1.16** - Barragem de Itapecerica - Resultados da Simulação “Cascata” para a Seção de Jusante

| Vazão liberada a jusante - 3,60 m³/s (50% da vazão de referência) |                        |                               |                           |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Cota do N.A. mínimo - 30,00 m (8,069 hm³)                         |                        |                               |                           |
| Garantia - 100%                                                   |                        |                               |                           |
| COTAS (m)                                                         | VOLUME ACUMULADO (hm³) | VOLUME REGULARIZADO (hm³/ano) | VAZÃO REGULARIZADA (m³/s) |
| 33,39                                                             | 29,886                 | 94,687                        | 3,003                     |
| 36,01                                                             | 51,676                 | 131,158                       | 4,159                     |
| 37,94                                                             | 73,466                 | 167,852                       | 5,323                     |
| 39,87                                                             | 95,256                 | 203,314                       | 6,447                     |
| 41,21                                                             | 117,046                | 235,034                       | 7,453                     |
| 42,11                                                             | 138,836                | 255,088                       | 8,089                     |
| 43,01                                                             | 160,626                | 267,394                       | 8,479                     |
| 43,92                                                             | 182,416                | 279,419                       | 8,860                     |

(continua)



**Quadro 1.16 - Barragem de Itapecerica - Resultados da Simulação “Cascata” para a Seção de Jusante (Continuação)**

| COTAS (m) | VOLUME ACUMULADO (hm³) | VOLUME REGULARIZADO (hm³/ano) | VAZÃO REGULARIZADA (m³/s) |
|-----------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 44,82     | 204,206                | 291,714                       | 9,250                     |
| 45,40     | 225,997                | 304,105                       | 9,643                     |
| 45,90     | 247,787                | 316,768                       | 10,045                    |
| 46,40     | 269,577                | 328,738                       | 10,424                    |
| 46,90     | 291,367                | 341,635                       | 10,833                    |
| 47,38     | 313,157                | 353,186                       | 11,199                    |
| 47,85     | 334,947                | 365,176                       | 11,580                    |
| 48,29     | 356,737                | 377,099                       | 11,958                    |
| 48,72     | 378,527                | 389,664                       | 12,356                    |
| 49,15     | 400,317                | 401,009                       | 12,716                    |
| 49,57     | 422,107                | 409,733                       | 12,993                    |
| 50,00     | 443,897                | 413,152                       | 13,101                    |

Para o eixo de Jusante foram também analisadas duas outras possibilidades com volumes de acumulação menores, considerando o N.A. máximo normal nas cotas 30,00 m e 35,00 m, e o N.A. mínimo operacional de 25,00 m e 30,00 m, respectivamente. Dessa análise resultaram as vazões regularizadas mostradas no **Quadro 1.17** e **Quadro 1.18**, respectivamente.

**Quadro 1.17 - Barragem de Itapecerica - Resultados da Simulação “Cascata” Seção de Jusante - N.A. máximo normal cota 30,0 m**

| Vazão liberada a jusante - 3,60 m³/s (50% da vazão de referência) |                        |                               |                           |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Cota do N.A. mínimo - 25,50 m (0,806 hm³)                         |                        |                               |                           |
| Garantia - 100%                                                   |                        |                               |                           |
| COTAS (m)                                                         | VOLUME ACUMULADO (hm³) | VOLUME REGULARIZADO (hm³/ano) | VAZÃO REGULARIZADA (m³/s) |
| 30,00                                                             | 8,069                  | 43,412                        | 1,377                     |

**Quadro 1.18 - Barragem de Itapecerica - Resultados da Simulação “Cascata” Seção de Jusante - N.A. máximo normal cota 35,0 m**

| Vazão liberada a jusante - 3,60 m³/s (50% da vazão de referência) |                        |                               |                           |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Cota do N.A. mínimo - 27,49 m (4,025 hm³)                         |                        |                               |                           |
| Garantia - 100%                                                   |                        |                               |                           |
| COTAS (m)                                                         | VOLUME ACUMULADO (hm³) | VOLUME REGULARIZADO (hm³/ano) | VAZÃO REGULARIZADA (m³/s) |
| 31,06                                                             | 14,895                 | 43,412                        | 1,377                     |
| 31,62                                                             | 18,519                 | 64,487                        | 2,045                     |
| 32,19                                                             | 22,142                 | 86,722                        | 2,750                     |
| 32,75                                                             | 25,765                 | 94,861                        | 3,008                     |
| 33,31                                                             | 29,389                 | 100,946                       | 3,201                     |
| 33,87                                                             | 33,012                 | 106,944                       | 3,391                     |
| 34,44                                                             | 36,636                 | 113,080                       | 3,586                     |
| 35,00                                                             | 40,259                 | 119,123                       | 3,777                     |

Em resumo, os resultados da avaliação da disponibilidade hídrica realizada no sítio de Itapecerica, rio Pojuca, indicaram que sem barragem de acumulação seria possível dispor de uma vazão de 1,86 m³/s em 100% do tempo. Com a implantação de uma barragem de regularização, poderia se dispor até 13,101 m³/s, com garantia de 100%, considerando-se a cota do N.A. máximo normal na cota 50,0 m, correspondente a um volume de acumulação de 443,897 hm³.

#### 1.1.2.4 Considerações sobre a potencialidade hídrica do Aquífero São Sebastião

No presente Plano foi avaliada a potencialidade do manancial subterrâneo visando o seu aproveitamento no SIAA de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho. A área efetiva de cálculo do potencial aquífero estudado (**Figura 1.8**) está inserida na Bacia Sedimentar do Recôncavo e abrange porções territoriais dos municípios de Simões Filho e Camaçari, totalizando 283 km<sup>2</sup>. Para os estudos do presente Plano foram selecionados nessa área 72 poços a partir dos cadastros da CERB, CPRM e EMBASA.

Em relação às suas características hidrogeológicas, a área de estudo situa-se no aquífero Marizal - São Sebastião que tem por arcabouço geológico a Bacia Sedimentar do Recôncavo, mais precisamente na região do Baixo de Camaçari onde a falha de gravidade de Camaçari preservou todo o pacote de sedimentos ali depositados. Nessa região ocorrem dois subsistemas aquíferos: um sistema livre ou não-confinado contido na Formação Barreiras e um subsistema semi-confinado, passando a confinado, sotoposto, contido nas Formações Marizal - São Sebastião, podendo alcançar espessuras de até 1.500 metros na área estudada, com extraordinário potencial de acumulação de água subterrânea de excepcional qualidade (**Figura 1.9**).

Para efeito de avaliação das reservas na área de estudo foi estabelecida uma espessura média saturada de 800 metros, inferida com base nos perfis geológicos de poços da Petrobrás (**Figura 1.9**), em razão das dificuldades para se estabelecer uma média da espessura útil saturada dos vários níveis aquíferos da área de estudo.

Para o cálculo da potencialidade hídrica na área de estudo foram consideradas as unidades hidrogeológicas Barreiras, Marizal, São Sebastião e Ilhas, representando um sistema aquífero inicialmente livre, passando a semi-confinado a profundidades medianas e a confinado a grandes profundidades. Esses aquíferos ou sistemas aquíferos possuem a seguinte ordem de importância em termos de volume armazenado e qualidade da água: Aquífero Barreiras-Marizal-São Sebastião e Aquífero Ilhas. Na área de estudo, recobrem, respectivamente, as seguintes áreas: 54,13 Km<sup>2</sup>, 71,42 Km<sup>2</sup>, 125,14 Km<sup>2</sup> e 32,39 Km<sup>2</sup>.

Para contornar as dificuldades decorrentes da insuficiência de dados de monitoramento da água subterrânea na Bacia do Recôncavo, foi aplicada a metodologia proposta por Costa (1998). Esta metodologia prevê alternativas de avaliação diferenciadas, de acordo com o nível de conhecimento de cada unidade aquífera e da qualidade dos dados disponíveis. Desta forma, os valores de reserva de águas subterrâneas obtidos serão sempre aproximações de ordem de grandeza, válida para cada unidade e compatível com a qualidade das informações disponíveis.

Os parâmetros hidrogeológicos utilizados para quantificar as reservas hídricas subterrâneas e respectivos conceitos, de acordo com a metodologia proposta por Costa op. cit., são:

- Reserva Permanente (RP): é definida como o volume hídrico acumulado no meio aquífero, em razão da porosidade eficaz e do coeficiente de armazenamento, não variável em decorrência da flutuação sazonal da superfície potenciométrica.
- Reserva Reguladora (RR): corresponde ao volume hídrico acumulado no meio aquífero, em virtude da porosidade eficaz ou do coeficiente de armazenamento e variável anualmente em decorrência dos aportes sazonais de água superficial, do escoamento subterrâneo e dos exutórios. Inclui, eventualmente, uma parcela das reservas permanentes, passíveis de serem exploradas, com descargas constantes durante um determinado espaço de tempo;



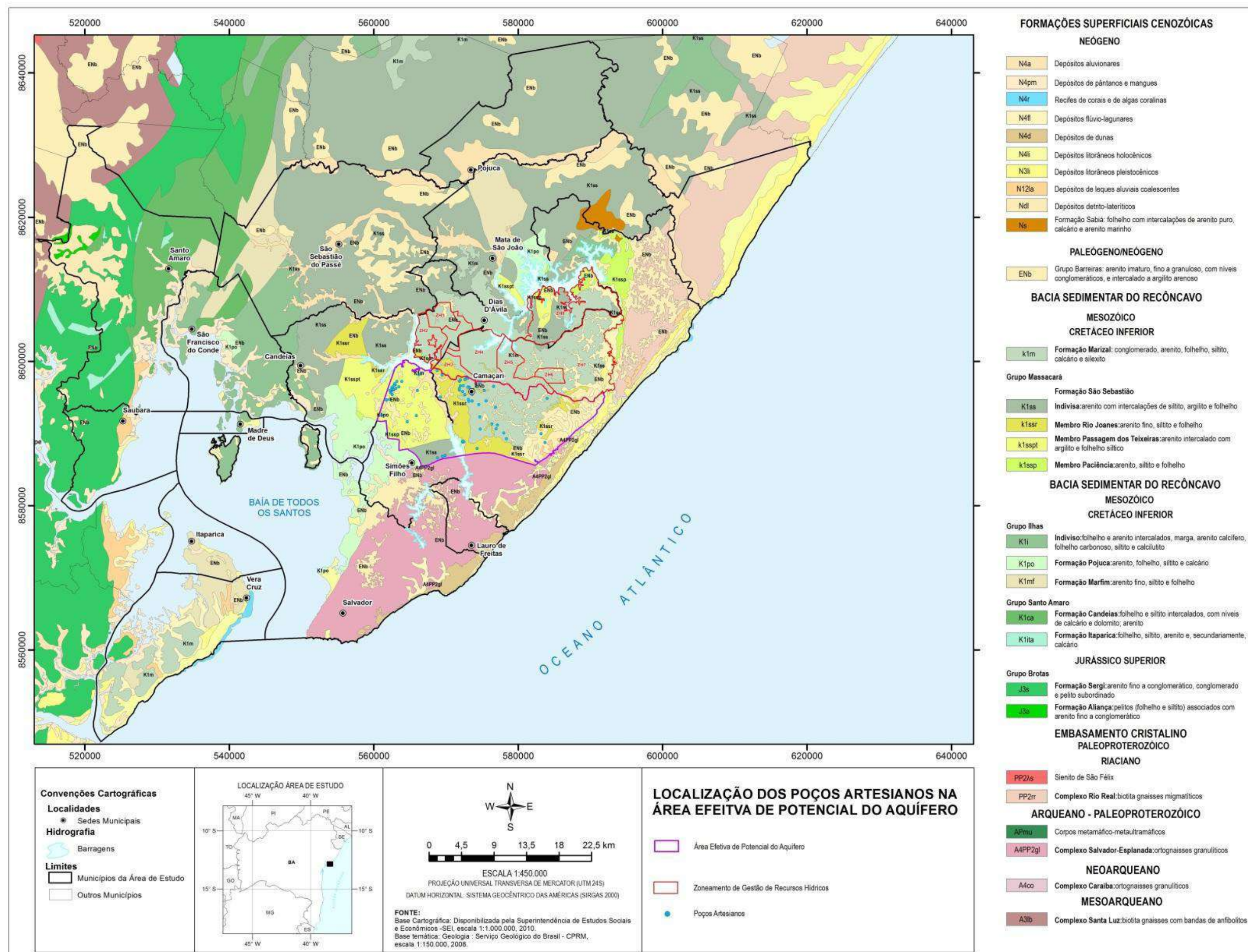


Figura 1.8 - Área efetiva de cálculo do potencial aquífero



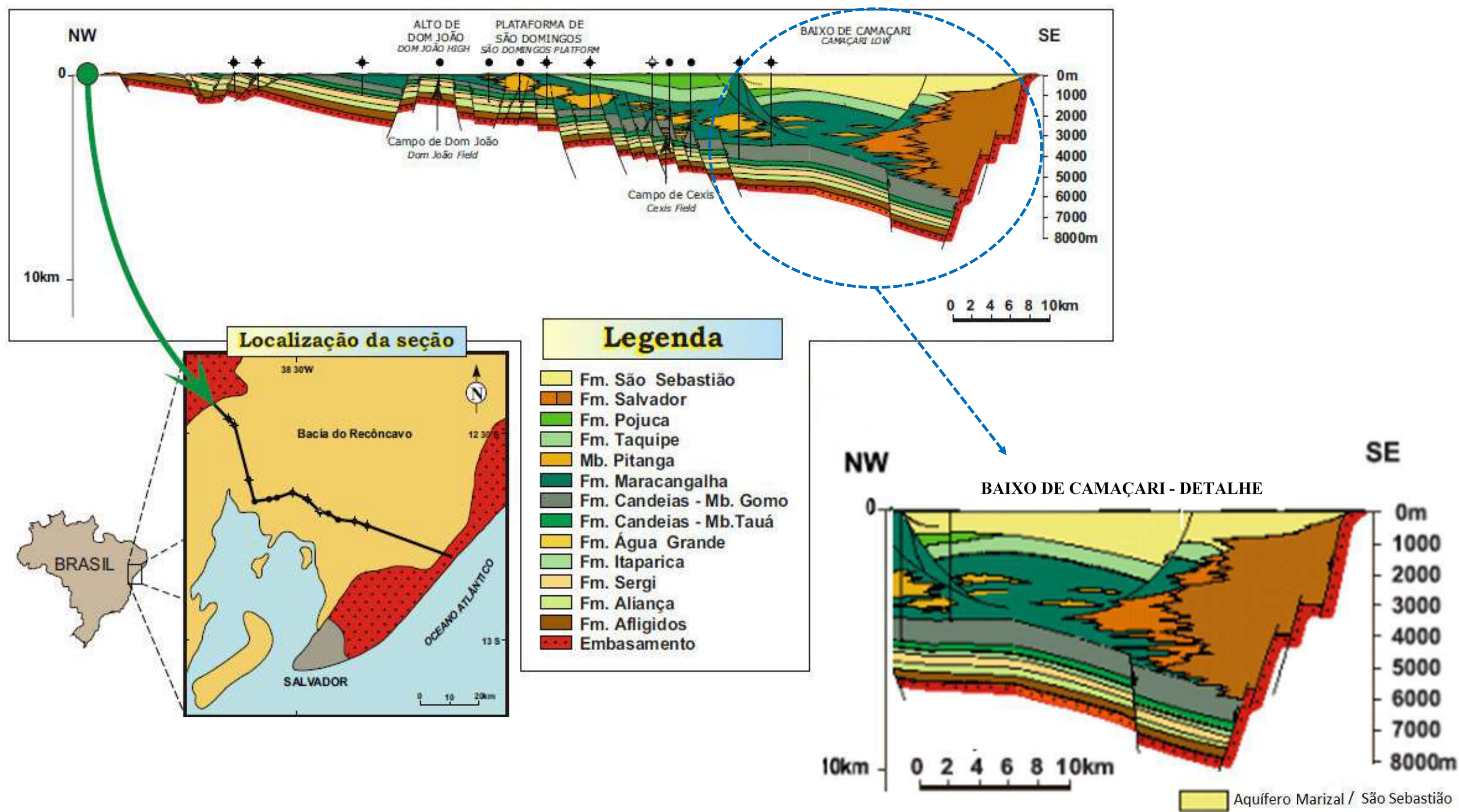


Figura 1.9 - Seção geológica da Bacia do Recôncavo entre a Orla de Camaçari e Maragogipe, com detalhe do Baixo de Camaçari



- Potencialidade (P): corresponde ao volume hídrico que pode ser utilizado anualmente, incluindo eventualmente uma parcela das reservas permanentes, passíveis de serem exploradas, com descarga constante, durante um determinado período de tempo;
- Disponibilidade Efetiva Instalada (DEI): é o volume anual passível de exploração através das obras de captação existentes, com base na vazão máxima de exploração num regime de bombeamento de 24 horas diárias, em todos os dias do ano;
- Disponibilidade Atual Explotável (DEX): é a parcela da potencialidade que pode ser explorada anualmente descontando-se a vazão da Disponibilidade Efetiva Instalada (DEI).

O **Quadro 1.19** a seguir sintetiza a metodologia de cálculo das reservas hídricas, potencialidade e disponibilidade dos aquíferos da Bacia do Recôncavo na área de interesse do Plano. Maiores detalhes dos estudos realizados estão apresentados no **Apêndice 2** deste relatório.

**Quadro 1.19** - Cálculo das reservas hídricas, potencialidade e disponibilidade dos aquíferos na área estudada

| PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DE CÁLCULO                               |                                         | FÓRMULAS DE CÁLCULO PARA RESERVAS, POTENCIALIDADE E DISPONIBILIDADE                                 |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO                                                       | CARACTERIZAÇÃO/VALORES                  |                                                                                                     |
| Aquífero                                                            | Barreiras/Marizal/São Sebastião/Ilhas   |                                                                                                     |
| Tipo                                                                | Livre/Confinado                         |                                                                                                     |
| Área (m <sup>2</sup> )                                              | 2,83 x 10 <sup>8</sup>                  |                                                                                                     |
| Nº de poços cadastrados                                             | 72                                      |                                                                                                     |
| Espessura Média Saturada - b (m)                                    | 800                                     |                                                                                                     |
| Porosidade Efetiva - $\mu$ (%)                                      | 8                                       |                                                                                                     |
| Carga Potenciométrica do Aquífero Confinado - h (m)                 | 100                                     |                                                                                                     |
| Taxa de infiltração - I (%)                                         | 10                                      |                                                                                                     |
| Coefficiente de Armazenamento - S (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) | 2 x 10 <sup>-4</sup>                    |                                                                                                     |
| Precipitação Média - P (mm/ano)                                     | 1.500                                   |                                                                                                     |
| Reserva Permanente - Rp (m <sup>3</sup> )                           | <sup>1+2</sup> = 1,8 x 10 <sup>10</sup> | $R_p = {}^1(A.b.\mu) + {}^2(A.h.S)$                                                                 |
| Reserva Reguladora - Rr (m <sup>3</sup> )                           | <sup>1</sup> = 4,2 x 10 <sup>7</sup>    | ${}^1R_r = A.P.I$<br>${}^2R_r = 0,6 \times R_p$                                                     |
| Potencialidade - Po (m <sup>3</sup> /s)                             | <sup>3</sup> = 3,64                     | ${}^1P_o = R_r \times 1,15$<br>${}^2P_o = R_r \times 0,334$<br>${}^3P_o = R_r + (R_p \times 0,004)$ |
| Disponibilidade Efetiva Instalada - DEI (m <sup>3</sup> /s)         | 1,30                                    | $DEI = N_p \times Q_m$                                                                              |
| Disponibilidade Atual Explotável - DEX (m <sup>3</sup> /s)          | 2,34                                    | $DEX = P_o - DEI$                                                                                   |

A potencialidade do aquífero, conforme metodologia resumida no **Quadro 1.19** é função da área efetiva de cálculo do potencial aquífero (**Figura 1.8**) que totaliza 283 Km<sup>2</sup>. Da aplicação das fórmulas resulta uma potencialidade líquida (Disponibilidade Atual Explotável) para uso no SIAA de Salvador de 2,34 m<sup>3</sup>/s.

Com base na análise do Mapa Hidrogeológico dos Municípios de Simões Filho e Camaçari foram identificadas três áreas prioritárias para locação de novos poços destinados ao SIAA de Salvador, as quais estão ilustradas na **Figura 1.10**. Essas áreas apresentam as seguintes características:

- Área 1: onde afloram predominantemente sedimentos arenosos identificados como aquífero São Sebastião indiviso e aquífero São Sebastião/Passagem dos Teixeiras;

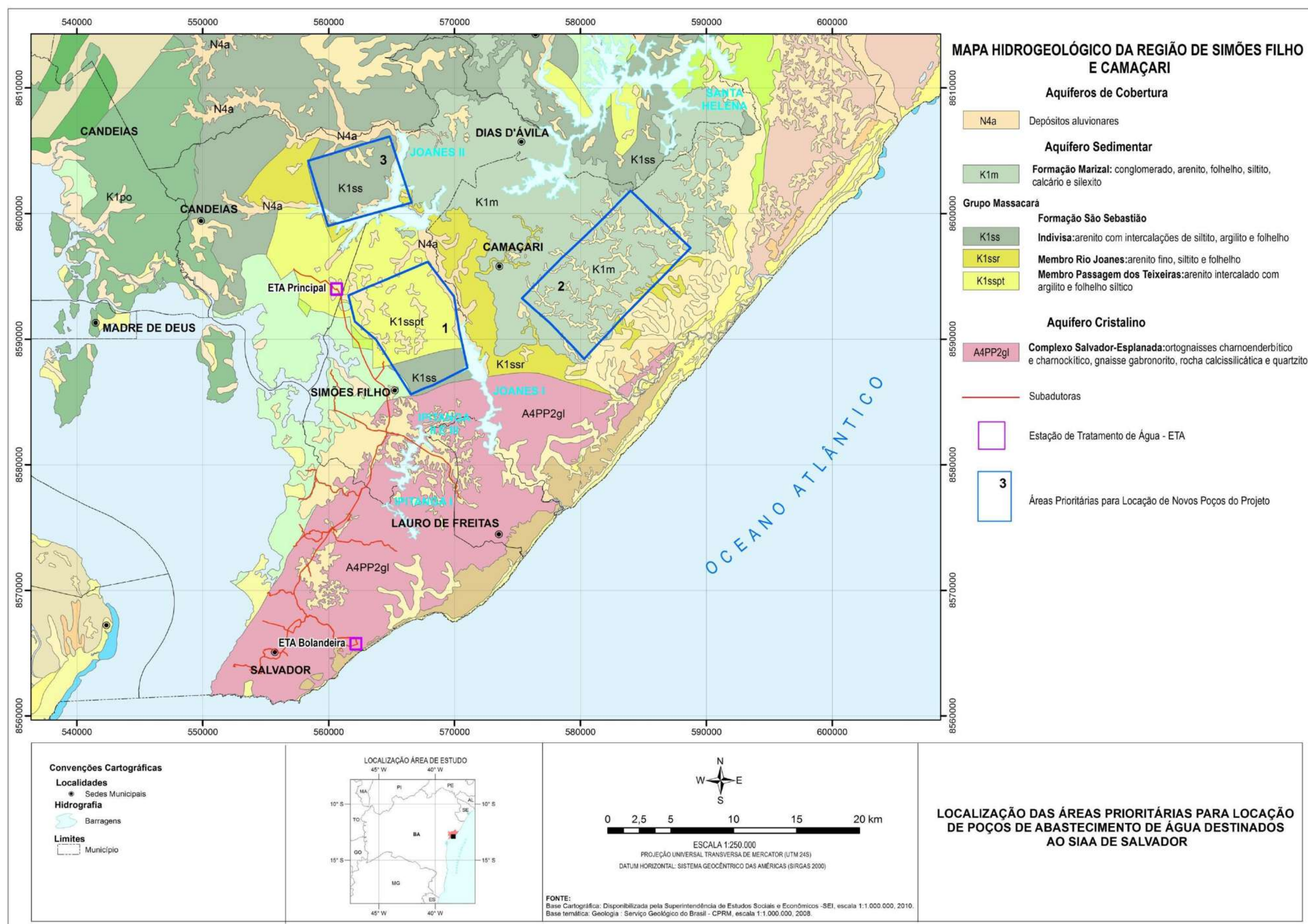


Figura 1.10 - Localização das áreas prioritárias para locação de poços de abastecimento de água nos municípios de Simões Filho e Camaçari

- Área 2: onde afloram predominantemente sedimentos arenosos identificados como aquífero Marizal;
- Área 3: onde afloram predominantemente sedimentos arenosos identificados como aquífero São Sebastião indiviso.

A escolha de áreas prioritárias, que constituem porções da área efetiva foi feita apenas com a finalidade de locação de baterias de poços para facilitar a operacionalização mais racional da água subterrânea. Portanto, a vazão a ser extraída correspondente à potencialidade total (2,34 m<sup>3</sup>/s) estará concentrada na área correspondente a essa bateria de poços com distância inferida de área de influência de poços existentes de cerca de 1 km.

Resultados da correlação entre Profundidade e Vazão dos poços de abastecimento existentes na área estudada mostram que a vazão dos poços aumenta com a profundidade. Quanto à qualidade da água dos poços existentes, constata-se que o teor de cloretos tende a aumentar com a profundidade dos poços, porém mantendo-se em valores inferiores ao padrão de potabilidade preconizado pela Portaria Nº 2.914 do Ministério da Saúde.

Observa-se ainda que a margem de garantia da previsão feita para a potencialidade de 2,34 m<sup>3</sup>/s não depende só da área efetiva de cálculo da potencialidade, mas da previsão de recarga do aquífero como um todo. Daí a necessidade de implantação de uma rede de monitoramento dos níveis freáticos com o objetivo de medir a flutuação sazonal desses níveis. De posse desses dados poder-se-á calcular a reserva reguladora do aquífero para fazer uma estimativa mais ampla, sobre perspectivas de aproveitamento do aquífero São Sebastião em maior escala, para atendimento de demandas futuras, além de 2040, ano definido como horizonte do presente Plano.



### 1.1.3 Alternativas de aumento da disponibilidade hídrica para o SIAA de Salvador

Para a formulação de alternativas de aumento da disponibilidade hídrica para o SIAA de Salvador será adotado como referência o déficit resultante do balanço hídrico correspondente à hipótese “sem redução de perdas”, aventada no **item 1.1.1** deste relatório, ou seja, as intervenções previstas no presente Plano deverão prover um acréscimo de disponibilidade hídrica de, pelo menos, 4,56 m<sup>3</sup>/s para garantir o aumento de demanda projetado para o período de alcance do plano (2015-2040). Este critério visa à segurança do abastecimento, no caso de não ser atingida a redução de perdas julgada factível, que corresponde à hipótese “com redução de perdas”, também aventada no **item 1.1.1** deste relatório. Ocorrendo a redução de perdas esperada, o acréscimo de 4,56 m<sup>3</sup>/s na disponibilidade hídrica do SIAA de Salvador resultará em aumento do horizonte de atendimento dos seus mananciais, além do ano 2040.

De acordo com o critério de segurança adotado, o balanço hídrico assume a configuração apresentada na **Figura 1.11**. A disponibilidade existente para abastecimento do SIAA de Salvador, calculada pela soma das vazões regularizadas com permanência de 100% nos mananciais utilizados, descontadas as respectivas vazões de restituição preconizadas pela legislação, totaliza 11,63 m<sup>3</sup>/s. Frente às demandas projetadas para o período 2015 - 2040, resulta em início de Plano (ano 2015) um déficit de disponibilidade de 1,71 m<sup>3</sup>/s. Se nenhuma intervenção for feita para aumento da disponibilidade hídrica do SIAA de Salvador, o déficit deverá aumentar progressivamente durante o período de alcance do Plano até atingir 4,56 m<sup>3</sup>/s no seu horizonte (ano 2040).

O balanço mostrado na **Figura 1.11** sinaliza que na situação atual já não existe garantia de 100% de atendimento das demandas, indicando a necessidade de uma intervenção imediata para aumentar a disponibilidade de água bruta para o SIAA de Salvador de modo a precaver-se contra eventuais ocorrências de situações climáticas adversas. Esta intervenção, já definida pela EMBASA e com projeto básico em andamento (Contrato Nº 460002100), consiste no maior aproveitamento da represa de Santa Helena, atualmente subutilizada, por meio da implantação de uma nova captação, na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II. De acordo com os estudos hidrológicos elaborados no presente Plano, que indicam a vazão regularizada de 6,60 m<sup>3</sup>/s para o volume útil correspondente à variação de nível entre as cotas 10,00 e 20,00 m, o aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m possibilitaria aumentar em 2,55 m<sup>3</sup>/s a disponibilidade atual para abastecimento (2,06 m<sup>3</sup>/s, correspondente à operação entre as cotas 17,00 e 20,00 m), considerando-se no cálculo da disponibilidade para abastecimento a vazão de restituição ao rio de 1,99 m<sup>3</sup>/s, estimada em conformidade com a Instrução Normativa SRH Nº 01/2007.

Após o aumento da oferta de água em 2,55 m<sup>3</sup>/s proporcionado pela intervenção em Santa Helena, o balanço “disponibilidade x demandas” do SIAA de Salvador ao longo do período de alcance do Plano assumiria a evolução mostrada na **Figura 1.12**. A intervenção em Santa Helena geraria um superávit de disponibilidade momentâneo, até por volta do ano 2017, verificando-se a partir daí um déficit crescente até atingir 2,01 m<sup>3</sup>/s em 2040. Para cobrir este déficit seriam necessárias intervenções complementares, com utilização de outras fontes de abastecimento.

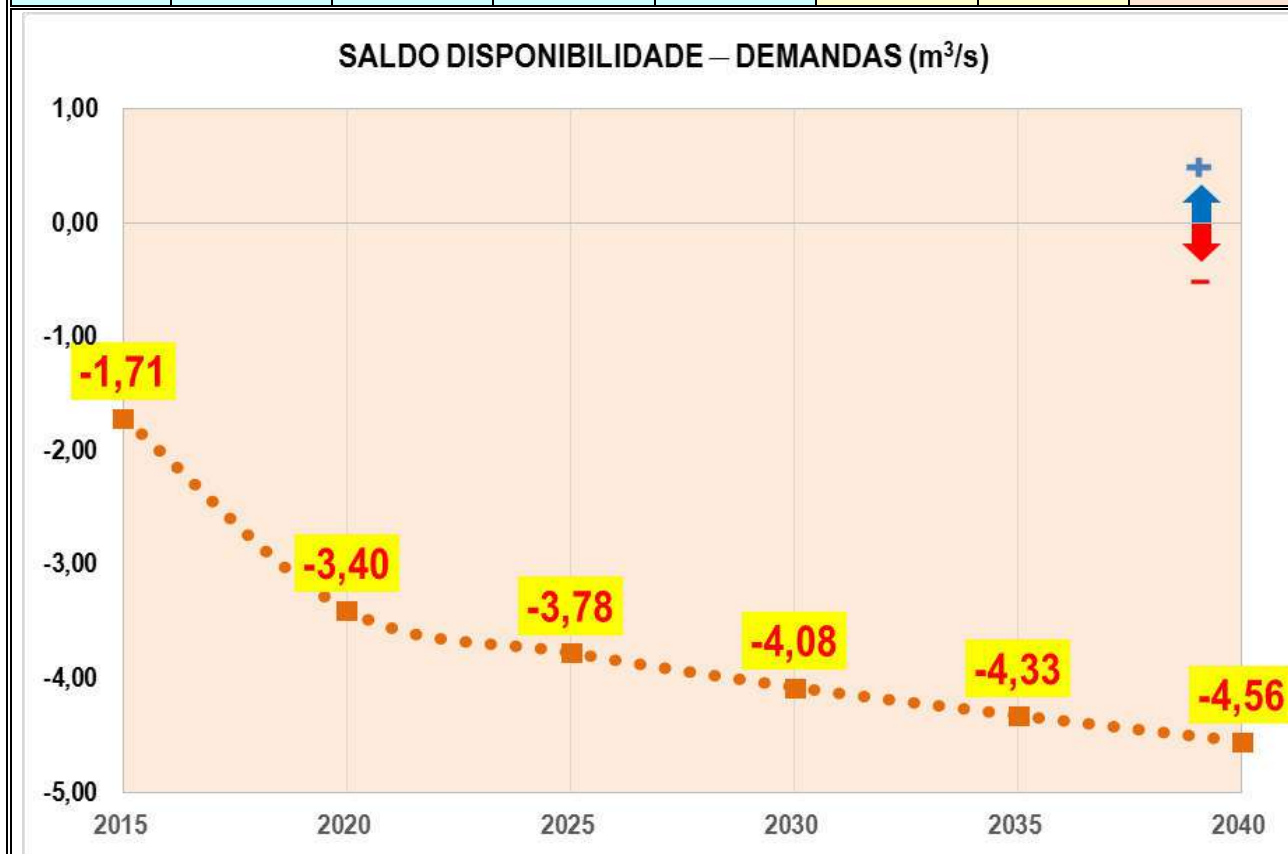
Com base na análise da disponibilidade hídrica dos mananciais do SIAA de Salvador, apresentada anteriormente (**item 1.1.2**), foram formuladas nove alternativas no presente Plano. Oito alternativas preveem, em comum, a intervenção imediata em Santa Helena para exploração na cota 10,00 m, que deverá garantir o acréscimo de 2,55 m<sup>3</sup>/s na oferta de água ao SIAA de Salvador, diferenciando-se nas intervenções complementares para cobrir o déficit de 2,01 m<sup>3</sup>/s, mediante utilização de outras fontes de abastecimento.

A nona alternativa prevê a implantação da 2ª etapa do Sistema Adutor Pedra do Cavalo, com capacidade para veicular a vazão média de 4,56 m<sup>3</sup>/s, que constituiria uma solução única para atender o déficit de fim de plano, correspondente à vazão a ser veiculada pela adutora.

O **Quadro 1.20** apresenta a caracterização geral das alternativas, comentadas na sequência deste relatório.



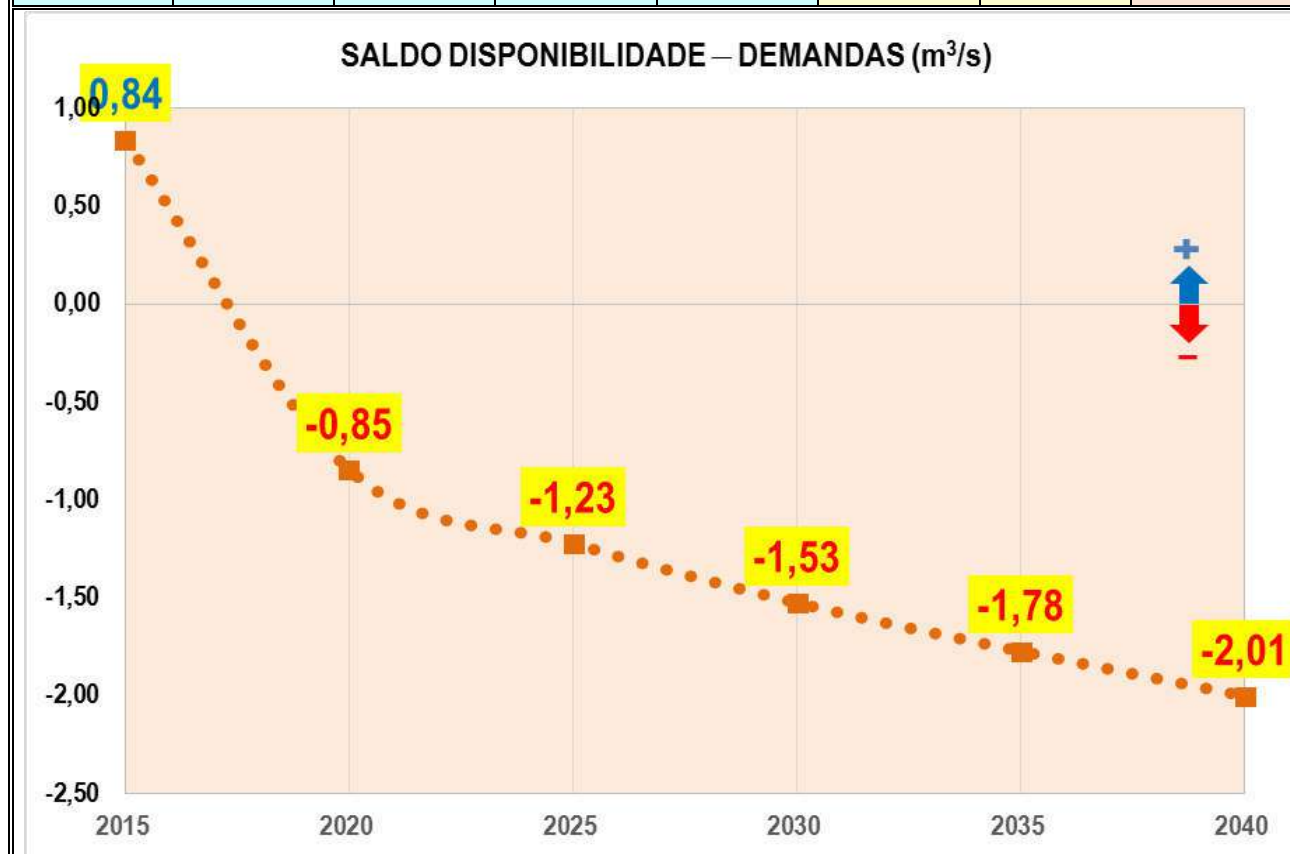
| BALANÇO “DISPONIBILIDADE EXISTENTE X DEMANDAS PROJETADAS” |                                         |                             |                                                        |                                                |          |       |                                      |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|-------|--------------------------------------|
| DISPONIBILIDADE DOS MANANCIAIS (m³/s)                     |                                         |                             |                                                        |                                                | DEMANDAS |       | SALDO                                |
| Mananciais                                                | Vazão Regularizada com 100% de garantia | Vazão Mínima de Restituição | Disponibilidade dos Mananciais para o SIAA de Salvador | Vazão Total Disponível para o SIAA de Salvador | Ano      | m³/s  | “DISPONIBILIDADE” – “DEMANDA” (m³/s) |
| Ipitanga I                                                | 0,13                                    | 0,04                        | 0,09                                                   | 11,63                                          | 2015     | 13,34 | -1,71                                |
| Ipitanga II                                               | 0,27                                    | 0,09                        | 0,27                                                   |                                                | 2020     | 15,03 | -3,40                                |
| Joanes I                                                  | 0,60                                    | 0,21                        | 0,39                                                   |                                                | 2025     | 15,41 | -3,78                                |
| Joanes II                                                 | 1,82                                    | 0,63                        | 1,82                                                   |                                                | 2030     | 15,71 | -4,08                                |
| Pedra do Cavalo                                           | 47,15                                   | 10,00                       | 7,00                                                   |                                                | 2035     | 15,96 | -4,33                                |
| Sta. Helena (cota 17 m)                                   | 4,05                                    | 1,99                        | 2,06                                                   |                                                | 2040     | 16,19 | -4,56                                |



**Nota:** No caso das represas de Ipitanga II e Joanes II, a disponibilidade para abastecimento é admitida igual a vazão regularizada porque o aproveitamento dessas represas também ocorre nas captações de jusante, respectivamente em Ipitanga I e Joanes I.

**Figura 1.11 - Balanço entre a disponibilidade existente e as demandas projetadas**

| BALANÇO “DISPONIBILIDADE EXISTENTE X DEMANDAS PROJETADAS” |                                         |                             |                                                        |                                                |          |       |                                      |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|-------|--------------------------------------|
| DISPONIBILIDADE DOS MANANCIAIS (m³/s)                     |                                         |                             |                                                        |                                                | DEMANDAS |       | SALDO                                |
| Mananciais                                                | Vazão Regularizada com 100% de garantia | Vazão Mínima de Restituição | Disponibilidade dos Mananciais para o SIAA de Salvador | Vazão Total Disponível para o SIAA de Salvador | Ano      | m³/s  | “DISPONIBILIDADE” – “DEMANDA” (m³/s) |
| Ipitanga I                                                | 0,13                                    | 0,04                        | 0,09                                                   | 14,18                                          | 2015     | 13,34 | 0,84                                 |
| Ipitanga II                                               | 0,27                                    | 0,09                        | 0,27                                                   |                                                | 2020     | 15,03 | -0,85                                |
| Joanes I                                                  | 0,60                                    | 0,21                        | 0,39                                                   |                                                | 2025     | 15,41 | -1,23                                |
| Joanes II                                                 | 1,82                                    | 0,63                        | 1,82                                                   |                                                | 2030     | 15,71 | -1,53                                |
| Pedra do Cavalo                                           | 47,15                                   | 10,00                       | 7,00                                                   |                                                | 2035     | 15,96 | -1,78                                |
| Sta. Helena (cota 10 m)                                   | 6,60                                    | 1,99                        | 4,61                                                   |                                                | 2040     | 16,19 | -2,01                                |



Nota: No caso das represas de Ipitanga II e Joanes II, a disponibilidade para abastecimento é admitida igual a vazão regularizada porque o aproveitamento dessas represas também ocorre nas captações de jusante, respectivamente em Ipitanga I e Joanes I.

**Figura 1.12 - Balanço entre a disponibilidade após ampliação da capacidade de Santa Helena e as demandas projetadas**

Quadro 1.20 - Caracterização geral das alternativas de ampliação da oferta hídrica para o SIAA de Salvador

| ALTERNATIVAS  | CARACTERIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alternativa A | Implantação imediata (para funcionamento a partir de 2018) de nova Estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II, para incrementar a oferta existente em 2,55 m³/s | Inserção de um <i>booster</i> na adutora de Pedra do Cavalo, com capacidade para adicionar a vazão de 1,5 m³/s no sistema adutor, a partir de 2020, associado à perfuração de poços no aquífero São Sebastião, com capacidade de ofertar 0,51 m³/s, a partir de 2030.                                                  |
| Alternativa B |                                                                                                                                                                                                                                               | Duplicação parcial da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo, com 17 km de tubulação DN 2000 em paralelo à linha existente, adicionando uma vazão de 1,5 m³/s no sistema adutor, a partir de 2020, associado à perfuração de poços no aquífero São Sebastião, com capacidade de ofertar 0,51 m³/s, a partir de 2030. |
| Alternativa C |                                                                                                                                                                                                                                               | Inserção de um <i>booster</i> na adutora de Pedra do Cavalo, com capacidade para adicionar uma vazão de 1,5 m³/s no sistema adutor, a partir de 2020, associado à captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão de uma vazão de 0,51 m³/s para a represa de Santa Helena, a partir de 2030.                        |
| Alternativa D |                                                                                                                                                                                                                                               | Duplicação parcial da adutora de Pedra do Cavalo, a partir de 2020, com 17 km de tubulação DN 2000 em paralelo à linha existente, com capacidade de adicionar 1,5 m³/s no sistema adutor, associada à captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão de 0,51 m³/s para a represa de Santa Helena a partir de 2030.  |
| Alternativa E |                                                                                                                                                                                                                                               | Exploração de águas subterrâneas em poços no aquífero São Sebastião (vazão de 1,5 m³/s), a partir de 2020, combinado com captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão de uma vazão de 0,51 m³/s para a represa de Santa Helena, a partir de 2030.                                                                 |
| Alternativa F |                                                                                                                                                                                                                                               | Implantação de barragem de acumulação no rio Pojuca, com capacidade de reverter 2,01 m³/s para a represa de Santa Helena, a partir de 2020.                                                                                                                                                                            |
| Alternativa G |                                                                                                                                                                                                                                               | Duplicação parcial da adutora de Pedra do Cavalo, com 23 km de tubulação DN 2000 em paralelo à linha existente, com capacidade de adicionar 2,01 m³/s no sistema adutor, a partir de 2020.                                                                                                                             |
| Alternativa H |                                                                                                                                                                                                                                               | Exploração de águas subterrâneas em poços no aquífero São Sebastião, a serem localizados em duas áreas no entorno da represa Joanes II, com capacidade para cobrir o déficit de vazão de 2,01 m³/s, sendo os poços instalados a partir de 2020.                                                                        |
| Alternativa I | Implantação imediata da 2ª etapa do Sistema Adutor Pedra do Cavalo, com capacidade para veicular até 4,56 m³/s, correspondente ao déficit de vazão dos mananciais previsto em fim de plano.                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |



### 1.1.3.1 Alternativa A

A **Alternativa A** consistirá de três aproveitamentos para compensar o déficit de disponibilidade hídrica, estimado em 4,56 m³/s para fim de plano. Estas intervenções, em ordem cronológica de implantação, são as seguintes:

- Implantação imediata de nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II, para incrementar a oferta existente em 2,55 m³/s, a partir de 2018;
- Inserção de um *booster* na adutora de Pedra do Cavalo, com capacidade para adicionar a vazão de 1,5 m³/s no sistema adutor, a partir de 2020;
- Exploração de poços no aquífero São Sebastião, com capacidade de ofertar até 0,51 m³/s, a partir de 2030.

No **Quadro 1.21** apresenta-se o balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e das estações de tratamento, para a **Alternativa A**, ao longo do período de alcance do plano.

A ETA Bolandeira e a ETA Principal proverão as necessidades de água tratada do SIAA de Salvador durante o período de alcance do plano. As águas brutas superficiais receberão tratamento convencional nas duas ETA's, enquanto as águas subterrâneas do aquífero São Sebastião serão encaminhadas diretamente ao reservatório de água tratada da ETA Principal, sendo beneficiadas somente com as etapas de desinfecção e fluoração.

Em razão da impossibilidade de ampliação da ETA Bolandeira, a sua capacidade foi admitida igual a vazão média tratada nos anos de 2013 e 2014, devendo manter-se constante durante o período de alcance do plano, demandando a retirada de 3.537 L/s de água bruta dos mananciais. Caberá à ETA Principal prover a maior parte da demanda de água tratada prevista no período de alcance do Plano, requerendo a retirada dos mananciais de vazões variáveis entre 7.708 L/s (ano 2015) e 9.239 L/s (ano 2040).

O balanço na ETA Bolandeira mostrado no **Quadro 1.21** indica as fontes de suprimento desta ETA (represas Ipitanga I, Ipitanga II, Joanes I e Joanes II). As represas Ipitanga I e II regularizam em conjunto 400 L/s. Descontando-se as vazões extraídas de Ipitanga II destinadas às indústrias Gerdau e Norsa, que totalizam 150 L/s, e a vazão de restituição ao rio após a barragem Ipitanga I, definida em 40 L/s conforme Instrução Normativa SRH Nº 01/2007, restam disponíveis para abastecimento da ETA Bolandeira 210 L/s, a ser encaminhados pela adutora Ipitanga I - Bolandeira.

Subtraindo-se a demanda da ETA Bolandeira (3.537 L/s) da vazão abastecida pelas represas Ipitanga I e II (210 L/s), tem-se o saldo de vazão que deverá provir do sistema Joanes, ou seja, 3.327 L/s. Esta vazão será veiculada a partir das captações existentes na represa Joanes I, que alimentam o sistema adutor Joanes I - Bolandeira.

Considerando a capacidade de regularização da represa de Joanes I (600 L/s) e a necessidade de restituição ao rio de 210 L/s, definida em conformidade com a instrução normativa supracitada, a disponibilidade de Joanes I para abastecimento seria de apenas 390 L/s, portanto, insuficiente para atender a vazão demandada ao sistema Joanes pela ETA Bolandeira (3.327 L/s). Em consequência, a maior parte desta demanda, calculada em 2.937 L/s ( $3.327 - 390 = 2.937$ ), deverá ser suprida pela represa de Joanes II, posicionada logo a montante, através escoamento pela calha natural do rio Joanes.

Quanto ao balanço das vazões para atendimento da ETA Principal, devem ser consideradas as vazões provenientes das represas de Pedra do Cavalo e Joanes II, bem como as vazões de reforço de Joanes II que podem ser supridas pela represa de Santa Helena considerando sua disponibilidade correspondente à captação na cota 10,00 m, prevista para ser implantada em caráter imediato.

**Quadro 1.21 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa A**

| Ano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s                                                                                         |                                                                 |                                          |                                    |                                                  |                                                                             |                                            |                                                |                                                                             |                                      |                      | RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS<br>(VAZÕES COM GARANTIA DE 100%) |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Demandas a serem atendidas pela ETA Bolandeira                                                                                           | Mananciais                                                      |                                          |                                    |                                                  |                                                                             |                                            |                                                |                                                                             |                                      |                      |                                                                      |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          | Ipitanga I + Ipitanga II                                        |                                          |                                    |                                                  |                                                                             | Joanes I + Joanes II                       |                                                |                                                                             |                                      |                      |                                                                      |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          | Q <sub>reg.100%</sub><br>(Ipit.I + Ipit.II)                     | Retiradas                                |                                    | Vazões médias na adutora Ipitanga I - Bolandeira | Q <sub>reg.100%</sub> em Joanes I                                           | Vazão de restituição em Joanes I           | Vazões Médias na Adutora Joanes I - Bolandeira |                                                                             |                                      |                      |                                                                      |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          |                                                                 | Vazões industriais (Gerdau e Norsa)      | Vazão de restituição em Ipitanga I |                                                  |                                                                             |                                            | Disponível em Joanes I                         | Importada de Joanes II                                                      | Total                                |                      |                                                                      |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
| (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | (2)                                                                                                                                      | (3)                                                             | (4)                                      | (5)=(2)-(3)-(4)                    | (6)                                              | (7)                                                                         | (8)=(6)-(7)                                | (9)=(1)-(5)-(8)                                | (10)=(8)+(9)                                                                |                                      | Reservatório         | NA <sub>min.</sub> Operacional (m)                                   | Q <sub>reg.100%</sub> (m³/s) | Vazão de Restituição em Regime Normal (m³/s) |                                                                        |                                                                                                                  |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3.537                                                                                                                                    | 400                                                             | 80                                       | 40                                 | 280                                              | 600                                                                         | 210                                        | 390                                            | 2.867                                                                       | 3.257                                |                      |                                                                      |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3.537                                                                                                                                    | 400                                                             | 150                                      | 40                                 | 210                                              | 600                                                                         | 210                                        | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327                                |                      | Santa Helena                                                         | 17,00                        | 4,05                                         | 1,99                                                                   |                                                                                                                  |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3.537                                                                                                                                    | 400                                                             | 150                                      | 40                                 | 210                                              | 600                                                                         | 210                                        | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327                                |                      |                                                                      | 10,00                        | 6,6                                          |                                                                        |                                                                                                                  |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3.537                                                                                                                                    | 400                                                             | 150                                      | 40                                 | 210                                              | 600                                                                         | 210                                        | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327                                |                      | Joanes I                                                             | 14,50                        | 0,6                                          | 0,21                                                                   |                                                                                                                  |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3.537                                                                                                                                    | 400                                                             | 150                                      | 40                                 | 210                                              | 600                                                                         | 210                                        | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327                                |                      | Joanes II                                                            | 24,90                        | 1,82                                         | 0,63                                                                   |                                                                                                                  |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3.537                                                                                                                                    | 400                                                             | 150                                      | 40                                 | 210                                              | 600                                                                         | 210                                        | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327                                |                      | Ipitanga I                                                           | 23,00                        | 0,13                                         | 0,04                                                                   |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          |                                                                 |                                          |                                    |                                                  |                                                                             |                                            |                                                |                                                                             |                                      |                      | Ipitanga II                                                          | 48,43                        | 0,27                                         | 0,09                                                                   |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          |                                                                 |                                          |                                    |                                                  |                                                                             |                                            |                                                |                                                                             |                                      |                      |                                                                      |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
| BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          |                                                                 |                                          |                                    |                                                  |                                                                             |                                            |                                                |                                                                             |                                      |                      |                                                                      |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
| Ano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Soma das demandas previstas na ETA Principal (mananciais superficiais) e no reservatório de água tratada da ETA (aquífero São Sebastião) | Mananciais de Superfície                                        |                                          |                                    |                                                  |                                                                             |                                            |                                                |                                                                             |                                      |                      |                                                                      |                              |                                              | Vazões Afluentes à ETA Principal oriundas dos Mananciais de Superfície | Vazões extraídas do Aquífero São Sebastião a serem encaminhadas ao reservatório de água tratada da ETA Principal |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          | Pedra do Cavalo                                                 |                                          |                                    | Represa Joanes II                                |                                                                             |                                            | Represa Santa Helena                           |                                                                             |                                      |                      |                                                                      |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          | Vazão operacional (adutora existente com <i>booster</i> )       | Vazões derivadas da adutora (Ver Nota 1) | Vazões afluentes a ETA Principal   | Q <sub>reg.100%</sub>                            | Retiradas                                                                   |                                            | Retiradas                                      |                                                                             |                                      |                      | Cota 10,0 m                                                          |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          |                                                                 |                                          |                                    |                                                  | Vazões Médias na adutora Joanes II - ETA Principal                          | Restituição para Joanes I (ETA Bolandeira) | Total                                          | Vazões Médias na adutora Santa Helena - Joanes II)                          | Vazões para Braskem / Polo Logístico | Vazão de restituição | Total                                                                | Q <sub>reg.100%</sub>        | Disponibilidade remanescente em Santa Helena |                                                                        |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | (11)                                                                                                                                     | (12)<br>SE(11+13-16)<8500<br>V: (12)=(11+13-16)<br>F: (12)=8500 | (13)                                     | (14)=(12)-(13)                     | (15)                                             | (16)<br>SE(11)-(14)<2093<br>V: (16)=(11)-(14)<br>F: (16)=2093<br>Ver Nota 2 | (17)=(9)                                   | (18)=(16)+(17)                                 | (17)<br>SE(18)-(15)<3210<br>V: (19)=(18)-(15)<br>F: (19)=3210<br>Ver Nota 3 | (20)                                 | (21)                 | (22)=(19)+(20)+(21)                                                  | (23)                         | (24)=(23)-(22)                               | (25)=(14)+(16)                                                         | (26)=(11)-(25)                                                                                                   |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7.708                                                                                                                                    | 7.000                                                           | 1.250                                    | 5.750                              | 1.820                                            | 1.957                                                                       | 2.867                                      | 4.824                                          | 3.004                                                                       | 770                                  | 1.990                | 5.764                                                                | 6.600                        | 836                                          | 7.708                                                                  | 0                                                                                                                |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8.153                                                                                                                                    | 7.852                                                           | 1.792                                    | 6.060                              | 1.820                                            | 2.093                                                                       | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                                | 6.600                        | 0                                            | 8.153                                                                  | 0                                                                                                                |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8.517                                                                                                                                    | 8.228                                                           | 1.804                                    | 6.424                              | 1.820                                            | 2.093                                                                       | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                                | 6.600                        | 0                                            | 8.517                                                                  | 0                                                                                                                |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8.799                                                                                                                                    | 8.500                                                           | 1.825                                    | 6.675                              | 1.820                                            | 2.093                                                                       | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                                | 6.600                        | 0                                            | 8.768                                                                  | 31                                                                                                               |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 9.029                                                                                                                                    | 8.500                                                           | 1.843                                    | 6.657                              | 1.820                                            | 2.093                                                                       | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                                | 6.600                        | 0                                            | 8.750                                                                  | 279                                                                                                              |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 9.239                                                                                                                                    | 8.500                                                           | 1.861                                    | 6.639                              | 1.820                                            | 2.093                                                                       | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                                | 6.600                        | 0                                            | 8.732                                                                  | 507                                                                                                              |
| Notas: (1) Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech, Outras); RLAM.<br>(2) Fórmula válida até atingir a vazão limite de 2.093 L/s, correspondente à vazão máxima que pode ser retirada para a ETA Principal, em conformidade com demais usos e disponibilidades das represas Joanes I e Santa Helena. (3.210+1.820-2.937=2.093)<br>(3) Fórmula válida até atingir a vazão limite de 3.210 L/s, correspondente à vazão máxima que pode ser retirada para Joanes II, em conformidade com demais usos e disponibilidade da represa de Santa Helena. (6.600-1.990-1.400=3.210) |                                                                                                                                          |                                                                 |                                          |                                    |                                                  |                                                                             |                                            |                                                |                                                                             |                                      |                      |                                                                      |                              |                                              |                                                                        |                                                                                                                  |

A adutora Pedra do Cavalo - ETA Principal veicula atualmente a vazão nominal de 7.000 L/s. Com a implantação do *booster*, a partir do ano 2020, a capacidade de adução passaria para 8.500 L/s. Nessa adutora existem derivações para o SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria (e Theodoro Sampaio e Terra Nova futuramente); SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech e outras); e RLAM; as quais totalizam vazões que variam de 1.250 L/s, em 2015, a 1.861 L/s, em 2040. Descontadas essas vazões da vazão nominal da adutora, as vazões na ETA Principal deverão variar de 5.750 L/s (ano 2015) a 6.639 L/s (ano 2040).

O saldo da vazão de água bruta demandada pela ETA Principal deverá provir das represas de Joanes II e Santa Helena, até o limite de suas disponibilidades reservadas para abastecimento, e do aquífero São Sebastião, sendo que as águas desse aquífero serão encaminhadas diretamente ao reservatório de água tratada, conforme já mencionado.

Com a intervenção imediata para ampliação da disponibilidade em Santa Helena, que contempla a implantação de uma nova captação, posicionada na cota 10,00 m, seria possível a extração de vazões até 4.610 L/s, considerando a capacidade de regularização com 100% de garantia nessa cota (6.600 L/s) descontada da vazão de restituição ao rio já citada, definida em 1.990 L/s. Da vazão disponível para abastecimento (4.610 L/s), 3.210 L/s seriam revertidos para a represa de Joanes II, para atendimento do SIAA de Salvador, e 1.400 L/s estariam reservados aos sistemas da Braskem/Polo Logístico.

De acordo com os estudos hidrológicos realizados no presente Plano, a represa Joanes II regulariza a vazão de 1.820 L/s com 100% de garantia, vazão esta inferior à vazão total prevista de ser retirada da represa, que atinge 5.030 L/s no ano 2029. Por isso, se justifica a necessidade de reforço de Joanes II a partir de Santa Helena, com recalque de até 3.210 L/s (Vazão Máxima Disponível para o SIAA de Salvador =  $Q_{reg.} - \text{Demanda Braskem/Polo Logístico} - \text{Vazão de Restituição} = 6.600 - 1.400 - 1.990 = 3.210$ ).

Da represa Joanes II prevê-se a restituição de 2.937 L/s para Joanes I, para atender a maior parte da demanda de água bruta requerida na ETA Bolandeira. Além desta vazão, Joanes II deve fornecer parte da vazão requerida na ETA Principal, calculada pela diferença entre as vazões demandadas na ETA Principal e as vazões afluentes a esta ETA oriundas de Pedra do Cavalo, até o limite de 2.093 L/s, correspondente à vazão máxima que pode ser encaminhada de Joanes II para a ETA Principal, em conformidade com os demais usos e disponibilidades das represas de Joanes II e Santa Helena. Com base no exposto, ao longo do período de alcance do plano, a vazão no sistema adutor Joanes II – ETA Principal deverá variar de 1.957 L/s (ano 2015) a 2.093 L/s, a partir de 2029. Nesse ano seria atingida a disponibilidade máxima da represa de Santa Helena para o SIAA de Salvador, correspondente à captação na cota 10,00 m, sendo então necessária a entrada em operação do sistema adutor de águas subterrâneas do aquífero São Sebastião, que veicularia vazões de 31 a 507 L/s entre 2030 e 2040, vazões estas correspondentes ao saldo de demanda não coberto pelos mananciais de superfície.

A **Figura 1.13** retrata a previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a **Alternativa A** e, na sequência, apresenta-se a estimativa de custos para cada uma das intervenções que compõem esta alternativa (ampliação de Santa Helena para captação na cota 10,00 m; *Booster* na adutora pedra do Cavalo; e sistema adutor no aquífero São Sebastião).



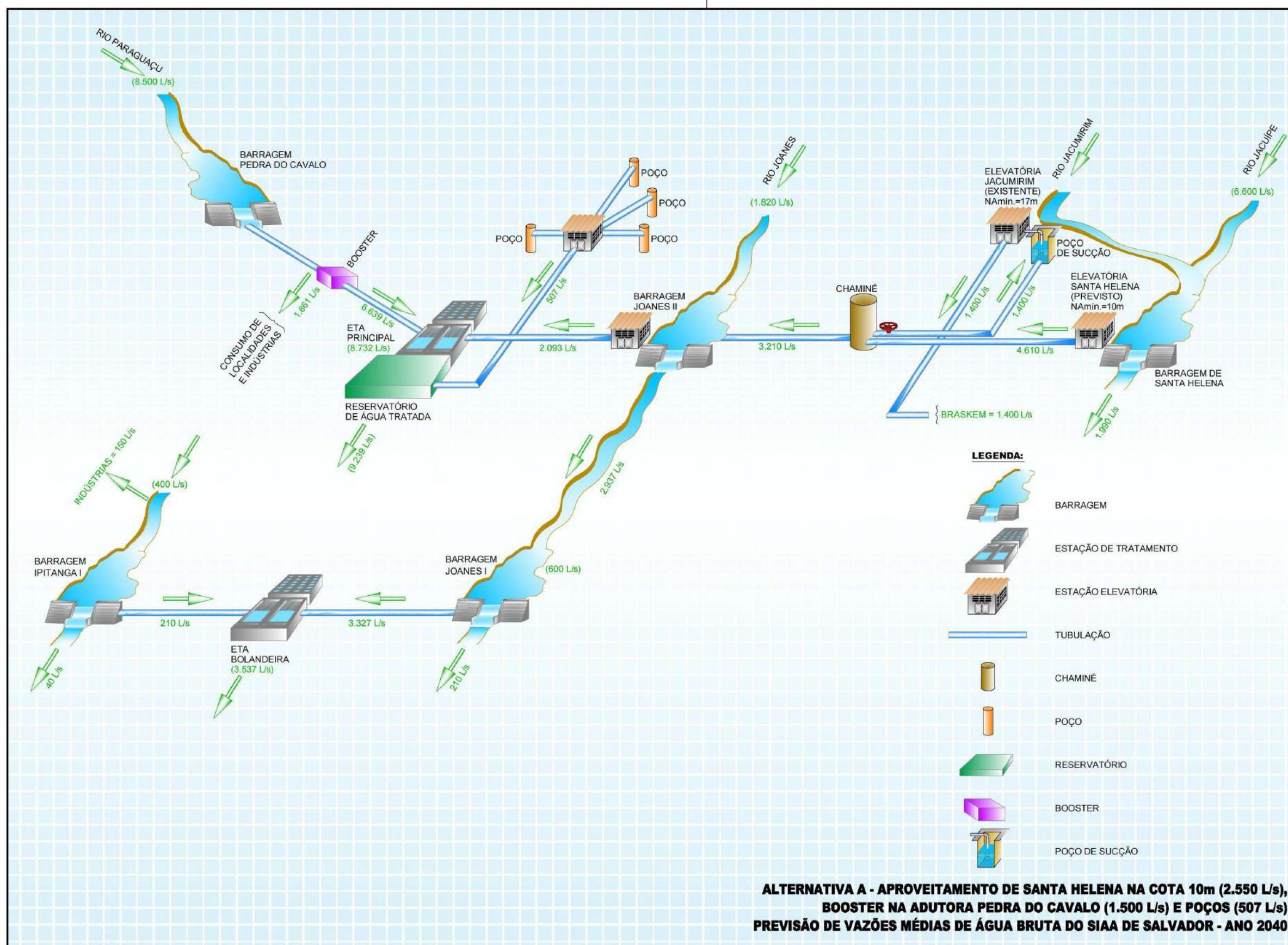


Figura 1.13 - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa A



## CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS NA ALTERNATIVA A

### **a) Aproveitamento do volume disponível na represa de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m**

Conforme mostrado no **Quadro 1.21**, a vazão média a ser retirada da represa Santa Helena em 2040 seria de 3,21 m³/s. Essa retirada seria possível após a construção das instalações para aproveitamento do volume armazenado entre as cotas 10,00 e 20,00 m, pois na situação existente, com captação na cota 17,00 m, o volume entre as cotas 10,00 e 17,00 m constitui o “volume morto” da represa. Assim, uma nova captação, na cota 10,00 m, acompanhada da ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II, proporcionariam o aproveitamento do volume morto existente. A vazão regularizada pela represa entre as cotas 10,00 e 20,00 m, com 100% de garantia, foi avaliada em 6.600 L/s nos estudos hidrológicos elaborados no presente Plano. Descontadas a vazão destinada à Braskem/Polo Logístico (1,40 m³/s) e a vazão de restituição (1,99 m³/s), obtém-se a vazão de 3,21 m³/s ( $6,6 - 1,40 - 1,99 = 3,21$ ), que seria destinada ao SIAA de Salvador.

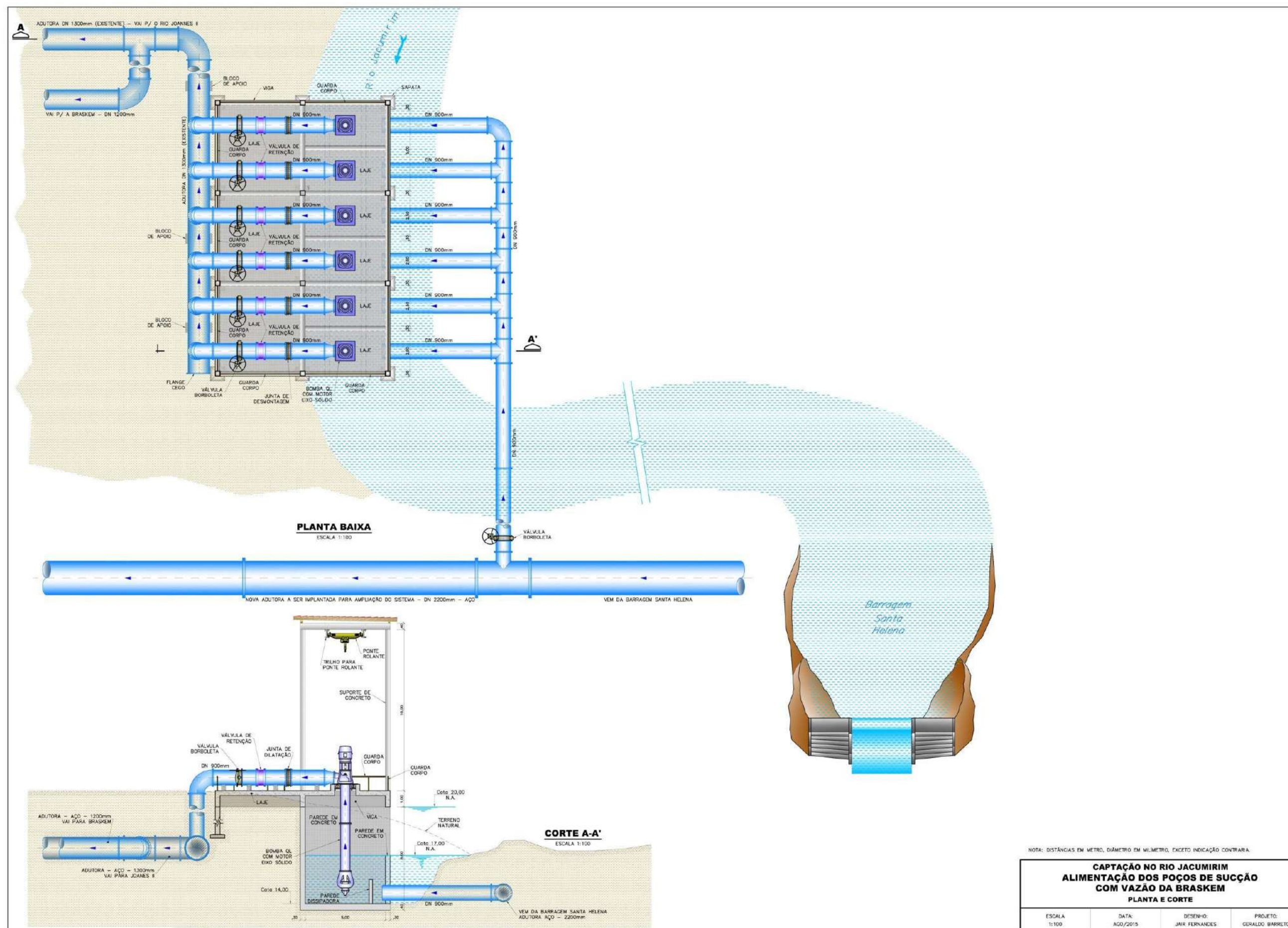
A captação existente em Jacumirim seria mantida para atendimento da Braskem/Polo Logístico, pois enquanto o nível de água na represa estiver acima da cota 17,00 m este atendimento poderá ser feito com menor consumo de energia. Para níveis operacionais abaixo da cota 17,00 m, o poço de sucção desta elevatória seria abastecido por meio de uma derivação da adutora a ser implantada entre a nova captação em Santa Helena e a captação existente em Jacumirim, conforme ilustrado na **Figura 1.14**. Nesse trecho, a nova adutora teria capacidade de 5,25 m³/s ( $= 3,21 \times 1,2 + 1,40$ ), suficiente para atender as vazões previstas para o SIAA de Salvador e a Braskem/Polo Logístico.

O projeto desse novo sistema está sendo desenvolvido pela HITA Engenharia (Contrato EMBASA nº 460002100), com capacidade de 10 m³/s, por recomendação da EMBASA, tendo-se proposto um diâmetro de 2200 mm para a adutora Santa Helena - Jacumirim, mais do que o necessário para o horizonte do presente Plano, considerando os estudos aqui elaborados. A vazão de 10 m³/s é justificada no projeto com base em estudos hidrológicos elaborados à época da reconstrução da barragem, os quais indicam a possibilidade de regularização de 10,59 m³/s, entre as cotas 10,00 e 20,00 m, com 98% de garantia. Esse projeto será, mais adiante, objeto de análise crítica, particularmente no que diz respeito à capacidade de regularização das represas utilizadas no abastecimento do SIAA de Salvador, uma vez que os estudos hidrológicos realizados no presente Plano indicam menor capacidade do que as adotadas no referido projeto.

Para efeito dos estudos de alternativas aqui desenvolvidos, considera-se as vazões resultantes do confronto “disponibilidade x demandas” realizado no presente Plano, visando atender as necessidades efetivamente detectadas. Portanto, será considerado o diâmetro de 1600 mm para a adutora Santa Helena - Jacumirim, obtido adotando-se a mesma velocidade do tubo de projeto (DN 2200;  $Q=10$  m³/s;  $v=2,63$  m/s) aplicada à vazão de 5,25 m³/s, correspondente à soma da vazão máxima diária para atendimento do SIAA de Salvador ( $3,21 \times 1,2 = 3,85$  m³/s) e a vazão prevista para a Braskem/Polo Logístico (1,40 m³/s).

Com quatro bombas em paralelo será possível aduzir uma vazão de 6,0 m³/s, que corresponde ao bombeamento da vazão máxima (5,25 m³/s) em 21 horas, evitando o funcionamento em horário de ponta. Portanto, serão instaladas cinco bombas de eixo vertical modelo 24-QL-27, equipadas com motor de 2.250 cv considerando uma delas como reserva. Convém mencionar que o projeto está sendo desenvolvido com possibilidade de instalação de até oito conjuntos motobombas. A extensão da adutora será de 8.170 m, entre a nova captação e a chaminé prevista para ser implantada próxima à elevatória do Jacumirim.

A adução existente entre a elevatória do Jacumirim e a represa Joanes II é feita atualmente por duas adutoras em paralelo, uma delas com diâmetro de 900 mm e a outra com diâmetros em série de 900 mm e 1200 mm. A capacidade dessas linhas é de 2,30 m³/s, inferior à vazão máxima diária de 3,85 m³/s, necessária para o SIAA de Salvador. Mantendo a mesma velocidade das linhas existentes, o diâmetro equivalente para aduzir a vazão complementar de 1,55 m³/s ( $3,85 - 2,30 = 1,55$ ) será de 1200 mm. A extensão da adutora será de 10.456 m.



**Figura 1.14** - Adequação da captação no rio Jacumirim (implantação de poços de sucção na elevatória existente para alimentação através derivação da nova adutora Santa Helena - Joanes II, para NA abaixo da cota 17,00 m)



Conforme o balanço mostrado no **Quadro 1.21**, a vazão média de adução de água bruta de Joanes II para a ETA Principal na **Alternativa A** será de 2,09 m³/s em 2040, correspondente a vazão máxima diária de 2,51 m³/s ( $2,09 \times 1,2 = 2,51$ ), ou 2,87 m³/s para 21 horas de funcionamento de modo a evitar o horário de ponta ( $2,51 \times 24 \div 21 = 2,87$ ). Esta vazão é inferior à capacidade do sistema adutor existente, que opera desde 2013 com nova adutora de 1900 mm e capacidade de bombeamento instalada para veicular a vazão de 4,4 m³/s. A captação existente na represa Joanes II é feita por bombas de eixo vertical modelo 24-QL-34, acionadas por motores de 2250 cv. Na elevatória existe espaço para instalar 8 bombas, das quais 4 encontram-se instaladas. O funcionamento de 2 bombas em paralelo fornece uma vazão média de 2,87 m³/s, igual à vazão necessária para funcionamento fora da ponta, não havendo necessidade de ampliação, tanto da elevatória como da adutora existente do Joanes II para a ETA Principal.

- **Avaliação do custo de ampliação do sistema adutor de água bruta de Santa Helena**

O **Quadro 1.22** sintetiza os custos de investimentos e operação previstos para a ampliação do sistema adutor de água bruta de Santa Helena.

Os custos de investimentos das adutoras foram calculados a partir dos preços unitários definidos para adutoras de aço, em função do diâmetro, conforme **Apêndice 3, Quadros 3 e 4**.

Os custos de investimento das estações elevatórias foram estimados a partir da curva de custo apresentada no **Apêndice 3, Figura 8**, expressa pela equação:  $R\$ = 327.977,735984 \times (\text{Potência-cv} \times \text{Vazão-m}^3/\text{s})^{0,386864}$ . Para a elevatória existente do Jacumirim, o custo foi admitido em 50% do valor calculado pela equação, correspondente às adequações necessárias nos poços de sucção e instalações existentes.

Os custos dos sistemas elétricos das elevatórias, incluindo linha de transmissão, subestação e painel de comando, foram estimados com base nos critérios estabelecidos no **Apêndice 3, item 2.1.13**.

**Quadro 1.22** - Estimativa de custo das ampliações para aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m

| ITEM                             | DESCRIÇÃO                                                                                                     | UNI-DADE | QUANT. | PREÇO UNITARIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|----------------------|-------------------|
| Custos de Investimento:          |                                                                                                               |          |        |                      |                   |
| 1                                | Adutora de água bruta Jacumirim - Joanes II, FºFº DN 1200                                                     | m        | 10.456 | 3.317,37             | 34.686.420,72     |
| 2                                | Estação elevatória do Jacumirim (P = 4.200 cv; Q = 1,5 m³/s)                                                  | Vb       |        |                      | 4.800.000,00      |
| 3                                | Adutora Santa Helena – Jacumirim, Aço DN 1600                                                                 | m        | 8.170  | 7.963,80             | 65.064.246,00     |
| 4                                | Estação elevatória de Santa Helena (construção civil e equipamentos), Vazão = 6,0 m³/s, Potência = 9.000 cv   | Vb       |        |                      | 22.200.000,00     |
| 5                                | Sistema Elétrico EEAB Santa Helena - Jacumirim (linha de transmissão, subestação, painel de comando)          | Vb       |        |                      | 9.200.000,00      |
| 6                                | Total dos investimentos (implantação das obras a partir de 2016 - intervenção imediata)                       |          |        |                      | 135.950.666,72    |
| 7                                | Investimentos em valor presente (2016 ==> 2015; taxa de juros 12% a.a.)                                       |          |        |                      | 121.384.523,86    |
| Custos Operacionais:             |                                                                                                               |          |        |                      |                   |
| 8                                | Custo de energia e pessoal de operação do recalque Santa Helena - Joanes II, em valor presente (Quadro 1.23)  |          |        |                      | 83.522.068,77     |
| 9                                | Custo de energia e pessoal de operação do recalque Joanes II - ETA Principal, em valor presente (Quadro 1.24) |          |        |                      | 46.672.515,38     |
| 10                               | Custo de produtos químicos usados no tratamento da água, em valor presente (Quadro 1.25)                      |          |        |                      | 40.568.151,38     |
| 11                               | Custo de manutenção de adutoras e elevatórias, em valor presente (Quadro 1.26)                                |          |        |                      | 24.827.172,02     |
| 12                               | Total dos custos operacionais                                                                                 |          |        |                      | 195.589.907,55    |
| TOTAL EM VALOR PRESENTE (7 + 12) |                                                                                                               |          |        |                      | 316.974.431,41    |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)



**Quadro 1.23 - Custo de operação do Recalque Santa Helena - Jacumirim**

Potência total = 11.250 cv

Vazão nominal = 6.000 L/s

Notas: - Vazão de dimensionamento da adutora Santa Helena - Joanes II =  $3.210 \times 1,2 + 1.400 = 5.252$  L/s

Potência útil = 9.000 cv

Taxa anual de Juros = 12%

- Vazão nominal = quatro bombas funcionando em paralelo = 6.000 L/s

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês; Consumo FP = 0,0,1711 R\$/kWh

- Potência útil = 9.000 cv (4 bombas de 2.250 cv operando em paralelo para recalcar 6.000 L/s)

| ANO          | VAZÕES MÉDIAS DE RECALQUE (L/s) |                          |       | CUSTO DE ENERGIA              |                                         |                                         | CUSTO DE PESSOAL DE OPERAÇÃO (R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|---------------------------------|--------------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------|
|              | SANTA HELENA - JOANES II        | BRASKEM / POLO LOGÍSTICO | TOTAL | HORAS DE FUNCIONAMENTO DIÁRIO | CUSTO ANUAL DE DEMANDA DE ENERGIA (R\$) | CUSTO ANUAL DE CONSUMO DE ENERGIA (R\$) |                                    | TOTAL             | VALOR PRESENTE       |
| 2015         | 3.004                           | 770                      | 3.774 | 15,1                          | 1.542.275,86                            | 6.245.440,47                            | 493.376,93                         | 8.281.093,26      | 8.281.093,26         |
| 2016         | 3.044                           | 1.400                    | 4.444 | 17,8                          | 1.542.275,86                            | 7.354.135,57                            | 493.376,93                         | 9.389.788,35      | 8.383.739,60         |
| 2017         | 3.085                           | 1.400                    | 4.485 | 17,9                          | 1.542.275,86                            | 7.421.242,45                            | 493.376,93                         | 9.456.895,23      | 7.538.978,98         |
| 2018         | 3.126                           | 1.400                    | 4.526 | 18,1                          | 1.542.275,86                            | 7.489.243,28                            | 493.376,93                         | 9.524.896,07      | 6.779.632,89         |
| 2019         | 3.168                           | 1.400                    | 4.568 | 18,3                          | 1.542.275,86                            | 7.558.149,99                            | 493.376,93                         | 9.593.802,77      | 6.097.035,10         |
| 2020         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 5.483.401,71         |
| 2021         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 4.895.894,39         |
| 2022         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 4.371.334,27         |
| 2023         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 3.902.977,03         |
| 2024         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 3.484.800,92         |
| 2025         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 3.111.429,39         |
| 2026         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 2.778.061,96         |
| 2027         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 2.480.412,46         |
| 2028         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 2.214.653,98         |
| 2029         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 1.977.369,63         |
| 2030         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 1.765.508,60         |
| 2031         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.628.235,89                            | 493.376,93                         | 9.663.888,68      | 1.576.389,58         |
| 2032         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.628.235,89                            | 493.376,93                         | 9.663.888,68      | 1.407.490,70         |
| 2033         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.628.235,89                            | 493.376,93                         | 9.663.888,68      | 1.256.688,12         |
| 2034         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.628.235,89                            | 493.376,93                         | 9.663.888,68      | 1.122.042,97         |
| 2035         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 1.001.796,99         |
| 2036         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.628.235,89                            | 493.376,93                         | 9.663.888,68      | 894.485,78           |
| 2037         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.628.235,89                            | 493.376,93                         | 9.663.888,68      | 798.648,02           |
| 2038         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.628.235,89                            | 493.376,93                         | 9.663.888,68      | 713.078,59           |
| 2039         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.628.235,89                            | 493.376,93                         | 9.663.888,68      | 636.677,31           |
| 2040         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 568.446,52           |
| <b>TOTAL</b> |                                 |                          |       |                               |                                         |                                         |                                    |                   | <b>83.522.068,77</b> |

**Quadro 1.24 - Custo de energia do Recalque Joanes II - ETA Principal**

Potência total = 9.000 cv

Vazão nominal = 2.870 L/s

Potência útil = 4.500 cv

Taxa anual de Juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

| ANO          | VAZÕES<br>JOANES II -<br>ETA<br>PRINCIPAL | CUSTO DE ENERGIA                      |                                                  |                                                     | CUSTO DE<br>PESSOAL<br>DE<br>OPERAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|--------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|              |                                           | HORAS DE<br>FUNCIONA-<br>MENTO DIÁRIO | CUSTO ANUAL<br>DE DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO<br>ANUAL DE<br>CONSUMO<br>DE ENERGIA<br>(R\$) |                                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015         | 1.957                                     | 16,4                                  | 1.233.820,68                                     | 3.385.802,81                                        | 493.376,93                                     | 5.113.000,43      | 5.113.000,43               |
| 2016         | 1.984                                     | 16,6                                  | 1.233.820,68                                     | 3.431.434,27                                        | 493.376,93                                     | 5.158.631,88      | 4.605.921,32               |
| 2017         | 2.011                                     | 16,8                                  | 1.233.820,68                                     | 3.477.680,71                                        | 493.376,93                                     | 5.204.878,33      | 4.149.297,14               |
| 2018         | 2.038                                     | 17,0                                  | 1.233.820,68                                     | 3.524.550,44                                        | 493.376,93                                     | 5.251.748,05      | 3.738.090,53               |
| 2019         | 2.065                                     | 17,3                                  | 1.233.820,68                                     | 3.572.051,84                                        | 493.376,93                                     | 5.299.249,45      | 3.367.768,83               |
| 2020         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 3.034.253,28               |
| 2021         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 2.709.154,72               |
| 2022         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 2.418.888,14               |
| 2023         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 2.159.721,55               |
| 2024         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 1.928.322,82               |
| 2025         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 1.721.716,80               |
| 2026         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 1.537.247,14               |
| 2027         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 1.372.542,09               |
| 2028         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 1.225.484,01               |
| 2029         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 1.094.182,15               |
| 2030         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 976.948,35                 |
| 2031         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 872.275,31                 |
| 2032         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 778.817,24                 |
| 2033         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 695.372,54                 |
| 2034         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 620.868,34                 |
| 2035         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 554.346,73                 |
| 2036         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 494.952,44                 |
| 2037         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 441.921,82                 |
| 2038         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 394.573,05                 |
| 2039         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 352.297,37                 |
| 2040         | 2.093                                     | 17,5                                  | 1.233.820,68                                     | 3.620.193,43                                        | 493.376,93                                     | 5.347.391,04      | 314.551,22                 |
| <b>TOTAL</b> |                                           |                                       |                                                  |                                                     |                                                |                   | <b>46.672.515,38</b>       |

**Notas:**

- Vazão de dimensionamento da adutora Joanes II - ETA Principal = 2.093 x 1,2 = 2.512 L/s;

- Vazão nominal = vazão de bombeamento com duas bombas em paralelo = 2.870 L/s;

- Potência útil = 4.500 cv (2 bombas de 2.250 cv operando em paralelo para recalcar 2.870 L/s).

O custo anual de pessoal de operação apresentado no **Quadro 1.23** e **Quadro 1.24** corresponde ao custo de operação de elevatória previsto no **Apêndice 3, item 2.2**.

Quadro 1.25 - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água na ETA Principal

| ANO   | ETA PRINCIPAL                               |                                                         | CUSTO DE PRODUTOS QUÍMICOS (R\$) |                |
|-------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
|       | VAZÃO<br>JOANES II – ETA<br>PRINCIPAL (L/s) | TRATAMENTO COMPLETO<br>- CUSTO POR m <sup>3</sup> (R\$) | TOTAL                            | VALOR PRESENTE |
| 2015  | 1.957                                       | 0,0708647                                               | 4.374.573,06                     | 4.374.573,06   |
| 2016  | 1.984                                       | 0,0708647                                               | 4.433.530,46                     | 3.958.509,34   |
| 2017  | 2.011                                       | 0,0708647                                               | 4.493.282,45                     | 3.582.017,26   |
| 2018  | 2.038                                       | 0,0708647                                               | 4.553.839,74                     | 3.241.333,18   |
| 2019  | 2.065                                       | 0,0708647                                               | 4.615.213,17                     | 2.933.051,41   |
| 2020  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 2.654.090,18   |
| 2021  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 2.369.723,37   |
| 2022  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 2.115.824,44   |
| 2023  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 1.889.128,96   |
| 2024  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 1.686.722,29   |
| 2025  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 1.506.002,04   |
| 2026  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 1.344.644,68   |
| 2027  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 1.200.575,61   |
| 2028  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 1.071.942,51   |
| 2029  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 957.091,53     |
| 2030  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 854.546,00     |
| 2031  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 762.987,50     |
| 2032  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 681.238,84     |
| 2033  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 608.248,97     |
| 2034  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 543.079,43     |
| 2035  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 484.892,35     |
| 2036  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 432.939,60     |
| 2037  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 386.553,21     |
| 2038  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 345.136,80     |
| 2039  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 308.157,86     |
| 2040  | 2.093                                       | 0,0708647                                               | 4.677.413,75                     | 275.140,94     |
| TOTAL |                                             |                                                         |                                  | 40.568.151,38  |

**Nota:** A composição do custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água tratada na ETA Principal está apresentada no Apêndice 3, item 2.2.



Quadro 1.26 - Custo de manutenção de novas adutoras e elevatórias

| ANO   | CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE NOVAS ADUTORAS E ELEVATÓRIAS             |                                                                 |                                                     |                                                 |              |                      |
|-------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|----------------------|
|       | ADUTORAS                                                         |                                                                 | ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS                                |                                                 | TOTAL (R\$)  | VALOR PRESENTE (R\$) |
|       | Sta Helena -<br>Jacumirim<br>Investimento =<br>R\$ 65.064.246,00 | Jacumirim -<br>Joanes II<br>Investimento =<br>R\$ 34.686.420,72 | Santa Helena<br>Investimento =<br>R\$ 31.400.000,00 | Jacumirim<br>Investimento =<br>R\$ 4.800.000,00 |              |                      |
| 2015  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 2.807.506,67         |
| 2016  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 2.506.702,38         |
| 2017  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 2.238.127,13         |
| 2018  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 1.998.327,79         |
| 2019  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 1.784.221,24         |
| 2020  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 1.593.054,68         |
| 2021  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 1.422.370,25         |
| 2022  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 1.269.973,44         |
| 2023  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 1.133.904,86         |
| 2024  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 1.012.415,05         |
| 2025  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 903.942,01           |
| 2026  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 807.091,08           |
| 2027  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 720.617,03           |
| 2028  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 643.408,07           |
| 2029  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 574.471,49           |
| 2030  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 512.920,97           |
| 2031  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 457.965,15           |
| 2032  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 408.897,46           |
| 2033  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 365.087,02           |
| 2034  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 325.970,55           |
| 2035  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 291.045,13           |
| 2036  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 259.861,73           |
| 2037  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 232.019,40           |
| 2038  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 207.160,18           |
| 2039  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 184.964,44           |
| 2040  | 650.642,46                                                       | 346.864,21                                                      | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.807.506,67 | 165.146,83           |
| TOTAL |                                                                  |                                                                 |                                                     |                                                 |              | 24.827.172,02        |

Nota: Custos anuais de manutenção determinados conforme **Apêndice 3, item 2.2.**

Considerando o déficit de fim de plano de 4,56 m³/s, o aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m representaria um acréscimo de disponibilidade de 2,55 m³/s em relação ao aproveitamento atual na cota 17,00 m. Na Alternativa A, o saldo de disponibilidade (4,56 - 2,55 = 2,01) seria coberto pela implantação de um *booster* na adutora de água bruta de Pedra do Cavalo, previsto para funcionar a partir de 2020, incrementando a oferta em 1,50 m³/s, e a exploração de poços no aquífero São Sebastião, a partir de 2029, que agregaria mais 0,51 m³/s. Estas intervenções são caracterizadas a seguir.

**b) Inserção de booster na adutora de Pedra do Cavalo para adicionar a vazão de 1,50 m³/s**

O Sistema Adutor Pedra do Cavalo é composto das seguintes unidades, entre a captação e a ETA Principal:

- Captação e Estação Elevatória;
- Adutora por Recalque;
- Chaminé de equilíbrio;
- Canal;
- Adutora por Gravidade.

O projeto do sistema prevê três etapas, das quais foi implantada a primeira etapa com capacidade de 7 m³/s. A chaminé de equilíbrio e o canal foram construídos com a capacidade final prevista no projeto, de 21 m³/s.

A Estação Elevatória é do tipo Poço Seco com espaço interno disponível para abrigar 10 conjuntos moto-bomba de 5.000 HP, dos quais foram instaladas 4 unidades na 1ª etapa.

Os conjuntos moto-bomba têm as características apresentadas no **Quadro 1.27** a seguir.

**Quadro 1.27** - Características das bombas da captação de Pedra do Cavalo

| DISCRIMINAÇÃO |                   | CARACTERÍSTICAS              |
|---------------|-------------------|------------------------------|
| BOMBA         | Tipo              | EBARA (3 bombas + 1 reserva) |
|               | Modelo            | 900 x 600 V.D.M.             |
|               | Vazão             | 9.100 m³/h (2,53 m³/s)       |
|               | AMT               | 121,5 m                      |
| MOTOR         | Fabricante        | BBC (AAB)                    |
|               | Modelo            | GWV 900 ab B                 |
|               | Potência          | 3.730 Kw (5072,8 cv)         |
|               | Tensão            | 13.200 Volts                 |
|               | Rotação (rpm)     | 887                          |
|               | Proteção          | 54                           |
|               | Norma             | ABNT                         |
|               | Fator de potência | 0,9                          |

Fonte: EMBASA, 2014.

Para a condição de N.A. médio na sucção, as bombas têm condições de recalcar, com uma única Adutora entre a captação e a chaminé de equilíbrio, as seguintes vazões (**Quadro 1.28**):

**Quadro 1.28** - Vazões recalçadas pela Estação Elevatória de Pedra do Cavalo

| NÚMERO DE BOMBAS | VAZÃO (m³/s) |           |
|------------------|--------------|-----------|
|                  | TOTAL        | POR BOMBA |
| 1                | 2,60         | 2,60      |
| 2                | 5,06         | 2,53      |
| 3                | 6,93         | 2,31      |
| 4                | 8,90         | 2,22      |

Fonte: EMBASA, 2014.

A interligação entre a Estação Elevatória e a Chaminé de Equilíbrio é feita por Adutora em aço carbono com diâmetros em série de 1.800 mm (38 m do barrilete de recalque) e 2.300 mm (392 m) perfazendo uma extensão total de 430 m, vencendo um desnível de 70 m.

A adução entre a elevatória e o Canal à céu aberto é feita em conduto forçado, através de uma tubulação de aço com 2.300 mm de diâmetro e 12.812 m de extensão, estando conectada a uma Chaminé de Equilíbrio, descarregando neste canal na cota 213,40 m.

Considerando uma rugosidade  $k=0,15$  mm para os tubos de aço, a vazão máxima transportada pela Adutora de DN 2.300, considerando o desnível de 21,60 m entre as cotas 235,00 m (NA máximo na chaminé) e 213,40 m, é da ordem de  $10,58 \text{ m}^3/\text{s}$ . Admitindo o nível médio de 229,50 m na Chaminé de Equilíbrio a vazão seria de  $9,13 \text{ m}^3/\text{s}$ .

O Canal à céu aberto, dimensionado para a vazão final de  $21 \text{ m}^3/\text{s}$ , tem 12.520 m de extensão e seção trapezoidal variável. Após o canal, segue a Adutora em conduto forçado por gravidade em direção à Estação de Tratamento Principal, através de 41.350 m de tubulação de aço carbono com diâmetro de 2.000 mm, funcionando por gravidade entre as cotas operacionais de 185,70 m (NA médio) e 122,60 m (entrada na ETA).

A Elevatória atualmente não funciona durante o período de ponta de Demanda de Energia, entre 18 e 21 horas, a fim de reduzir o acréscimo de custo das tarifas de energia elétrica cobradas pela COELBA neste período. Durante esse intervalo, o canal funciona como reservatório de compensação, o que se torna possível devido ao aumento de suas dimensões no trecho final que antecede o início da adutora por gravidade, possibilitando um armazenamento de  $97.000 \text{ m}^3$ , que, juntamente com o volume retido ao longo do canal, garante o funcionamento da adutora por gravidade durante 3,85 horas, intervalo de parada das bombas.

Até o último trimestre do ano de 2005, a operação da EEAB Pedra do Cavalo se dava com 3 bombas EBARA no período Fora de Ponta (21 às 18h) e 1 bomba no período de Ponta (18 às 21h). Durante os meses de maior demanda, na cidade do Salvador (dezembro e fevereiro), foi necessário, durante alguns dias, a entrada da 2ª bomba no período de Ponta.

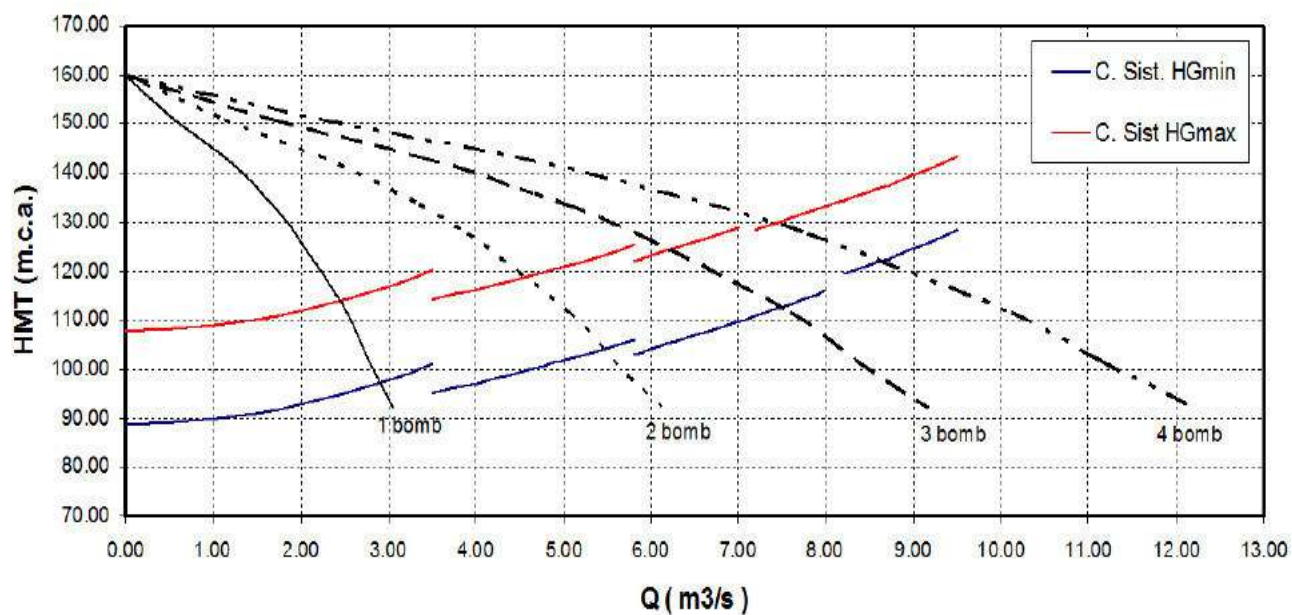
Visando reduzir os custos de energia, foram desenvolvidos estudos simulando diversas alternativas de operação das bombas. A melhor solução passou a ser a operação de 4 (quatro) CMB, em operação durante todo o período Fora de Ponta, desligando-se todo o sistema durante o período de Ponta.

Essa forma de operação, ao utilizar a bomba reserva para a operação, deixa o sistema em condição vulnerável, dificultando os trabalhos de manutenção preventiva e preditiva no sistema. Desta forma, qualquer problema que venha a ocorrer em algum conjunto, requer a entrada de um CMB no período de Ponta, aumentando os gastos com energia elétrica. Para evitar essa situação, tornou-se indispensável a aquisição do 5º CMB.

Vale assinalar que, em decorrência de estudos de otimização, o quinto CMB previsto (com bomba EBARA de características idênticas às existentes) foi substituído pela aquisição de dois CMB de eixo horizontal modelo 16 LN 35, da marca FLOWSERVE, com rotação de 1.175 rpm, acionados por motores de 2.100 HP de eixo vertical. Quando operando em paralelo, os dois conjuntos apresentam condição operacional semelhante a um CMB de 5.000 HP.

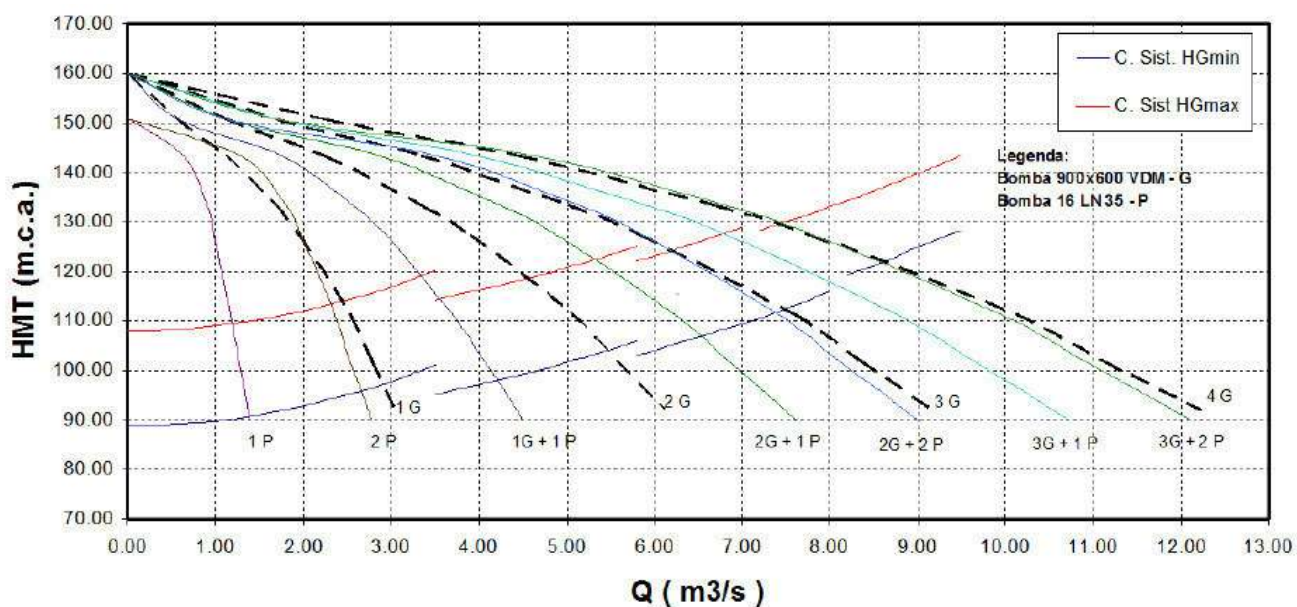
A **Figura 1.15** e **Figura 1.16** mostram as curvas das bombas FLOWSERVE e EBARA, associadas em paralelo. O **Quadro 1.29**, na sequência, apresenta os parâmetros de funcionamento das bombas para diversas condições operacionais.





**Figura 1.15** - Condições operacionais das bombas EBARA na elevatória de Pedra do Cavalo

Fonte: EMBASA, 2014.



**Figura 1.16** - Associação de duas bombas FLOWSERVE 16 - LN - 35, equipadas com rotor de 32", com três bombas EBARA

Fonte: EMBASA, 2014.

**Quadro 1.29 - Condições operacionais das Bombas de Eixo Horizontal associadas às Bombas EBARA**

| NÚMERO DE BOMBAS | HG (m) | Q TOTAL (m³/s) | HMT (m.c.a.) | P TOTAL (kW) | BOMBAS EBARA 900 x 600 VDM |                 |           |                 |                 | BOMBAS FLOWSERVE 16 LN 35 |                 |           |                 |                 |
|------------------|--------|----------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|
|                  |        |                |              |              | Q (m³/s)                   | RENDIMEN-TO (%) | POT. (kW) | NPSH r (m.c.a.) | NPSH d (m.c.a.) | Q (m³/s)                  | RENDIMEN-TO (%) | POT. (kW) | NPSH r (m.c.a.) | NPSH d (m.c.a.) |
| 1G               | máx.   | 2,40           | 113,0        | 2.960,6      | 2,40                       | 91,0            | 2.920,6   | 7,0             | 12,6            | -                         | -               | -         | -               | -               |
|                  | min.   | 2,90           | 97,0         | 3.080,2      | 2,90                       | 89,5            | 3.080,2   | 9,5             | 31,7            | -                         | -               | -         | -               | -               |
| 2G+1P            | máx.   | 5,30           | 123,0        | 7.199,1      | 2,13                       | 89,0            | 2.884,8   | 6,0             | 12,7            | 1,04                      | 87,7            | 1.429,4   | 7,0             | 8,8             |
|                  | min.   | 6,60           | 106,5        | 7.680,5      | 2,70                       | 90,5            | 3.113,8   | 8,0             | 31,7            | 1,20                      | 86,2            | 1.452,9   | 7,6             | 27,9            |
| 2G+2P            | máx.   | 6,20           | 124,5        | 8.537,8      | 2,08                       | 89,0            | 2.851,5   | 5,8             | 12,7            | 1,02                      | 87,8            | 1.417,4   | 7,0             | 8,8             |
|                  | min.   | 7,38           | 112,0        | 9.082,7      | 2,45                       | 91,0            | 2.955,1   | 7,2             | 31,8            | 1,24                      | 85,8            | 1.586,3   | 7,8             | 27,9            |
| 3G               | máx.   | 6,38           | 123,5        | 8.669,3      | 2,13                       | 89,0            | 2.889,8   | 6,0             | 12,7            | -                         | -               | -         | -               | -               |
|                  | min.   | 7,46           | 112,3        | 8.997,8      | 2,48                       | 91,0            | 2.999,3   | 7,2             | 31,8            | -                         | -               | -         | -               | -               |
| 3G+1P            | máx.   | 6,80           | 127,8        | 9.730,0      | 1,94                       | 87,5            | 2.776,8   | 5,0             | 12,7            | 0,98                      | 87,7            | 1.399,5   | 6,0             | 8,8             |
|                  | min.   | 8,15           | 117,0        | 10.371,7     | 2,33                       | 90,5            | 2.952,0   | 6,7             | 31,8            | 1,15                      | 87,0            | 1.515,6   | 8,1             | 27,9            |
| 4G               | máx.   | 7,45           | 130,0        | 11.021,6     | 1,86                       | 86,0            | 2.755,4   | 5,0             | 12,7            | -                         | -               | -         | -               | -               |
|                  | min.   | 8,90           | 122,5        | 11.471,4     | 2,22                       | 93,0            | 2.867,9   | 6,2             | 27,7            | -                         | -               | -         | -               | -               |
| 3G+2P            | máx.   | 7,46           | 130,0        | 11.016,6     | 1,87                       | 86,0            | 2.770,2   | 5,0             | 12,7            | 0,93                      | 87,1            | 1.353,0   | 5,8             | 8,8             |
|                  | min.   | 8,62           | 122,5        | 11.550,0     | 2,15                       | 90,0            | 2.867,9   | 6,2             | 27,7            | 1,08                      | 87,6            | 1.473,2   | 7,2             | 28,0            |
| 4G + 3P          | méd.   | 9,88           | 132,0        | 16.304,0     | 1,75                       | 85,0            | 2.664,0   | -               | -               | 0,96                      | 88,0            | 1.412,0   | -               | -               |

Fonte: EMBASA, 2014.

Conforme a **Figura 1.15**, a vazão média de bombeamento com quatro bombas EBARA funcionando é de aproximadamente 8,00 m³/s. Considerando 21 horas de funcionamento para evitar os horários de ponta, a vazão média de recalque é de 7,00 m³/s ( $8,00 \times 21 \div 24 = 7,00$ ).

No **Quadro 1.30** apresenta-se as diversas unidades que compõem o sistema adutor Pedra do Cavalo, com as suas respectivas capacidades atuais.

**Quadro 1.30** - Vazões possíveis do Sistema de Pedra do Cavalo

| UNIDADE DO SISTEMA    | CAPACIDADES ATUAIS (m³/s)                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Captação e Elevatória | 8,00 / 7,00 (com 4 bombas EBARA, respectivamente para 21 e 24 h de funcionamento) |
| Adutora de Recalque   | 8,00 / 7,00 (com 4 bombas EBARA, respectivamente para 21 e 24 h de funcionamento) |
| Chaminé de equilíbrio | 21,00 (vazão de projeto da 3ª etapa)                                              |
| Canal                 | 21,00 (vazão de projeto da 3ª etapa)                                              |
| Adutora de Gravidade  | 7,00 (vazão de projeto da 1ª etapa, velocidade = 2,23 m/s)                        |

Considerando que a chaminé de equilíbrio e o canal foram construídos para atender a vazão da 3ª etapa (21 m³/s), existe a possibilidade de ampliação da capacidade do sistema, desde que se aumente a capacidade de bombeamento da elevatória existente e a vazão fornecida pela adutora de gravidade.

Uma maneira de se conseguir tal aumento de vazão seria a inserção de um *booster* em um ponto intermediário da adutora de gravidade, aumentando-se a vazão para 8,50 m³/s. Com esse aumento a velocidade na adutora passaria de 2,23 m/s para 2,71 m/s, valor considerado aceitável.

- **Funcionamento da adutora de gravidade de Pedra do Cavalo com *booster***

- Vazão = 8,50 m³/s;
- Vazão normal, sem *booster* = 7,0 m³/s;
- Diâmetro da adutora - 2,00 m;
- Velocidade, com *booster* = 2,71 m/s;
- Velocidade, sem *booster* = 2,23 m/s;
- Rugosidade = 0,15 mm;
- Coeficiente  $f = 0,0118$ ;
- Extensão da adutora = 41.350 m
- Perda de carga =  $0,0118 \times 41.350 / 2 \times (2,71)^2 / 19,6 = 91,81$  m.c.a.
- Perda de Carga Unitária, com *booster* =  $91,81 / 41.350 = 2,211$  m/km
- Perda de Carga Unitária, sem *booster* = 1,4969 m/km
- Carga hidráulica disponível na adutora = (N.A. Canal - N.A. Entrada ETA) =  $185,7 - 122,6 = 63,10$  m
- Altura Manométrica do *booster* =  $91,81 - 63,1 = 28,71$  m.
- Vazão de cada Bomba =  $2.125 \text{ L/s} = 7,65 \text{ m}^3/\text{h}$

Admitindo quatro bombas mais uma unidade de reserva e um rendimento médio de 80%, a potência do motor de cada bomba seria de cerca de 1.200 CV. A potência demandada pelos quatro conjuntos motobombas seria de 4.800 CV. Bomba pré-selecionada: FLOWSERVE, Modelo 30 LN 41, com 505 rpm, rotor B, diâmetro de sucção = 36", diâmetro de descarga = 30".

O *booster* poderia ser instalado nas proximidades de Candeias, na estaca 2.820 da Adutora, a cerca de 10,5 km da chegada na ETA Principal.

As condições piezométricas neste ponto seriam:

- Cota do N.A. no fim do canal (1ª etapa) = 185,70 m;
- Estaca do fim do canal = 1.292,0 m;
- Estaca do *booster* = 2.820,0 m;
- Extensão da Adutora do Canal ao *booster* = 30.560,0 m;
- Cota do eixo da Adutora no *booster* = 82,00 m
- Cota Piezométrica normal no local do *booster* =  $185,7 - 30,56 \text{ km} \times 1,4969 \text{ m/km} = 138,62 \text{ m}$
- Cota piezométrica com *booster* funcionando:
  - À montante do *booster* =  $185,70 - 30,56 \times 2,211 = 118,13 \text{ m}$
  - À jusante do *booster* =  $118,13 + 28,71 = 146,44 \text{ m}$
- Pressões com *booster* funcionando:
  - À montante do *booster* =  $118,13 - 82,00 = 36,13 \text{ m.c.a.}$
  - À jusante do *booster* =  $146,44 - 82,00 = 64,44 \text{ m.c.a.}$

No trecho da adutora, à jusante do *booster*, o ponto de maior pressão seria na estaca 2.892, com cota do eixo no tubo de 41,00 m. A pressão máxima será calculada por:

- Cota na entrada da ETA = 122,60 m
- $P = 122,60 + 2,211 / 1.000 \times (3.355 - 2.892) \times 20 - 41 = 102,07 \text{ m.c.a.}$

Essa pressão é suportável pela tubulação de aço DN 2.000. A proteção para aliviar as sobre-pressões transitórias consistiria em se introduzir um ramal de “by-pass” ao *booster*, dotado de Válvula de Retenção ou Rotoválvula, que abriria em caso de paralisação do bombeamento, deixando passar a água por gravidade.

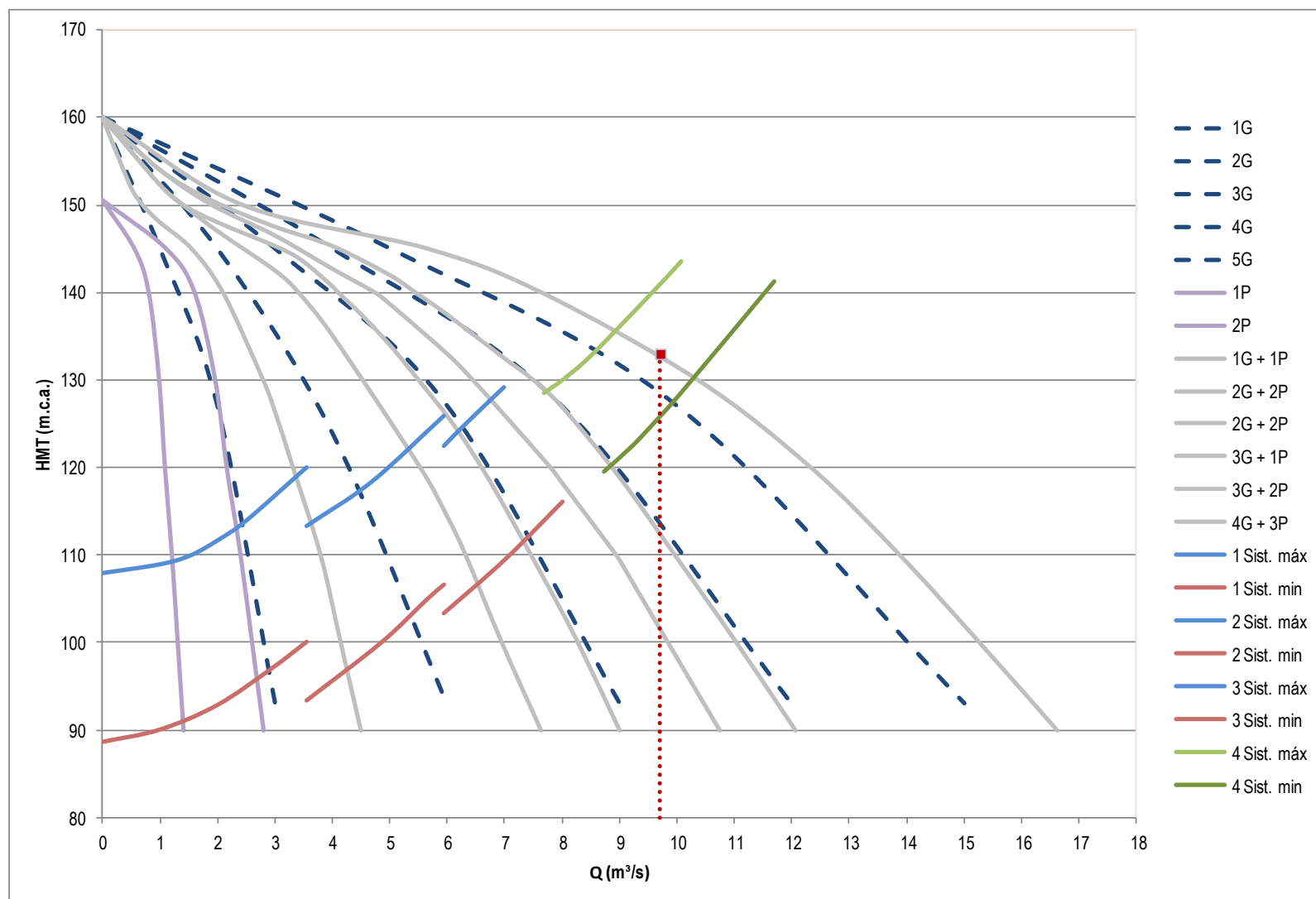
O aumento de vazão da adutora por gravidade requer um aumento de vazão na elevatória de água bruta para compensar o intervalo de três horas diárias de não funcionamento dessa elevatória durante o período de ponta do consumo de energia. A vazão na elevatória passaria a ser de  $8,50 \times 24 / 21 = 9,71 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Conforme mostrado na **Figura 1.17**, essa vazão ampliada poderia ser fornecida pela associação de 4 bombas EBARA com 3 bombas FLOWSERVE (16 LN 35). Como só existem duas bombas FLOWSERVE atualmente, seriam adquiridas mais quatro unidades, sendo três de reserva, ficando uma delas como reserva de cada bomba FLOWSERVE, e duas como reserva de cada bomba EBARA. A potência útil do recalque será de  $4 \times 5.000 + 3 \times 2.100 = 26.300 \text{ cv}$  e a potência total será de  $4 \times 5.000 + 6 \times 2.100 = 32.600 \text{ cv}$ .

Cálculo do tempo de funcionamento do bombeamento no horário de ponta:

- Vazão de bombeamento..... 9,71 m<sup>3</sup>/s
- Volume armazenado no canal..... 97.000 m<sup>3</sup>
- Vazão na adutora por gravidade..... 8,5 m<sup>3</sup>/s
- Tempo de esvaziamento do canal =  $97.000 / (8,5 \times 3.600) = \dots\dots\dots 3,17 \text{ h}$
- Tempo de enchimento do canal =  $97.000 / (9,71 - 8,50) / 3.600 = \dots\dots\dots 22,27 \text{ h}$
- Horário fora de ponta ..... 21 h / dia
- Tempo de funcionamento das bombas no horário de ponta =  $22,27 - 21 = \dots\dots\dots 1,27 \text{ h}$ .





**Figura 1.17 - Recalque da captação de Pedra do Cavalo para o Canal de água bruta (associação em paralelo de 4 Bombas EBARA com 3 Bombas FLOWSERVE)**

Portanto, a elevatória de captação de Pedra do Cavalo funcionará durante 22,27 h por dia, sendo 21 horas em horário fora de ponta e 1,27 h em horário de ponta.

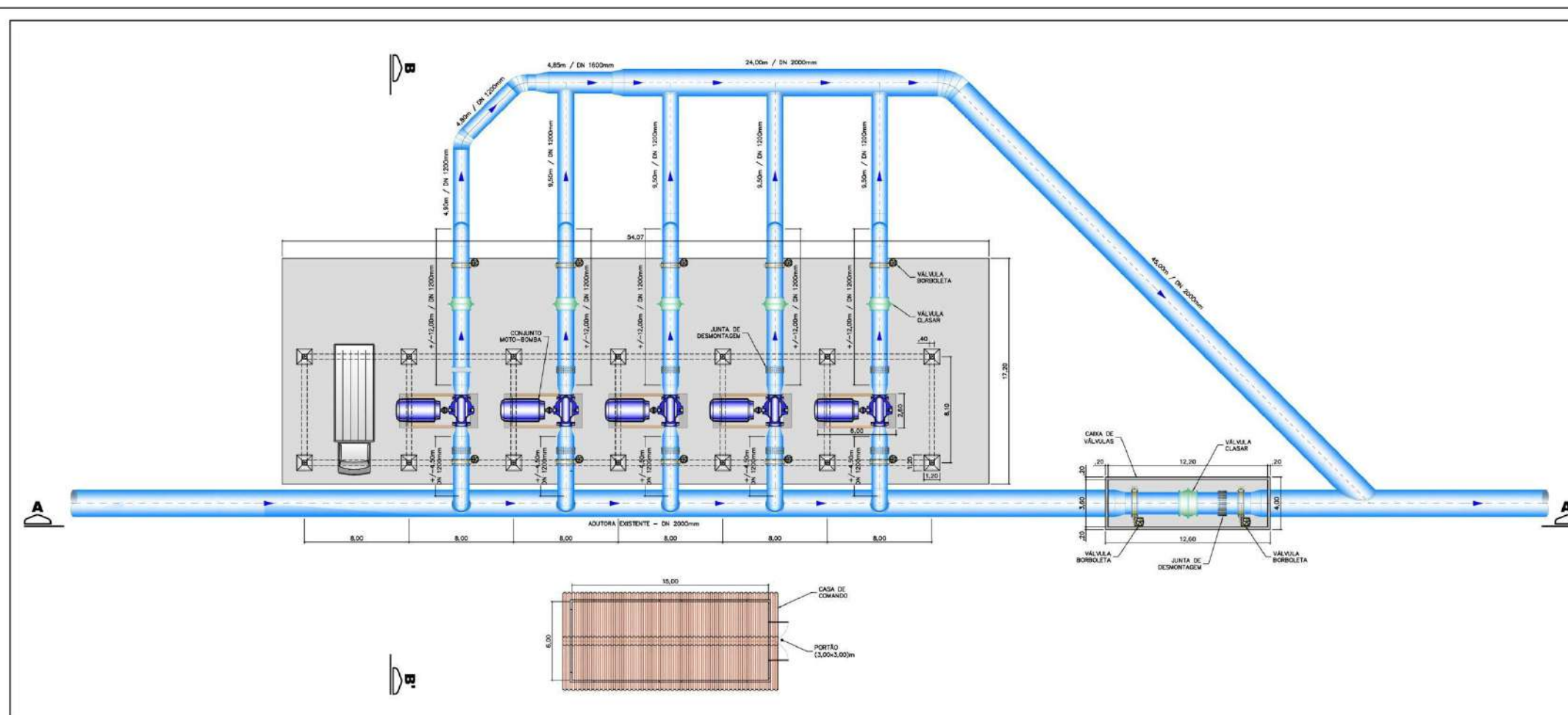
Na situação atual a vazão recalçada é de  $7,0 \times 24 / 21 = 8,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , correspondente ao funcionamento de 4 bombas EBARA, com 2 bombas FLOWSERVE de reserva. A potência útil é de  $4 \times 5.000 = 20.000 \text{ cv}$  e a potência total  $4 \times 5.000 + 2 \times 2.100 = 24.200 \text{ cv}$ . As bombas funcionam 21 h em horário fora de ponta.

Logo, a potência incremental para atender o aumento da vazão nominal da elevatória de captação, de 8,0 para  $9,71 \text{ m}^3/\text{s}$ , considerando a nova configuração proposta referida anteriormente e a atual, será:

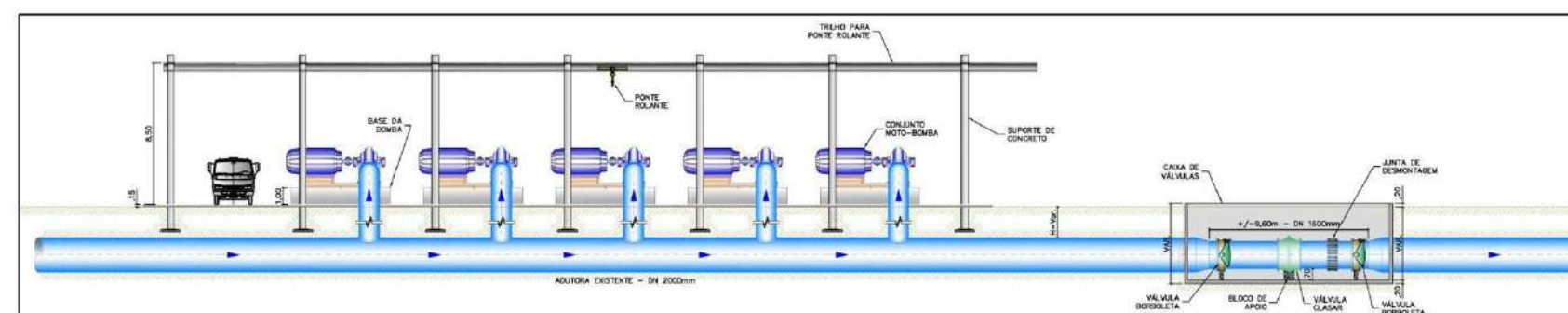
- Horário fora de ponta (21 h):
  - Potência incremental útil =  $26.300 - 20.000 = 6.300 \text{ cv}$
  - Potência incremental total =  $32.600 - 24.200 = 8.400 \text{ cv}$
- Horário de ponta (1,27 h):
  - Potência incremental útil =  $26.300 - 0 = 26.300 \text{ cv}$
  - potência incremental total =  $32.600 - 0 = 32.600 \text{ cv}$

Observa-se que na condição de funcionamento em horário de ponta (1,27 h), a potência incremental assume os valores plenos de potência da elevatória, pois na condição atual a elevatória de captação não funciona em horário de ponta.

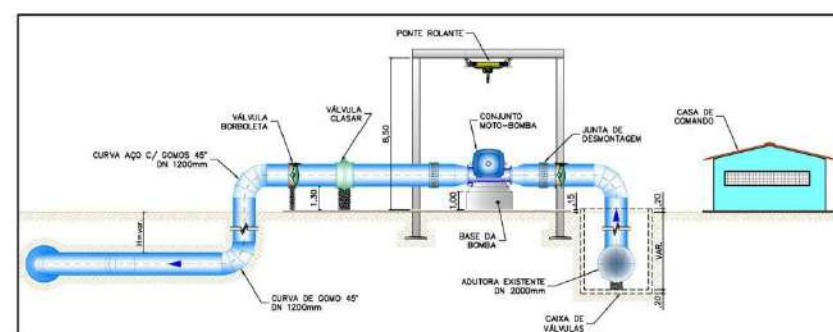
A **Figura 1.18** mostra o desenho esquemático do *booster* da adutora de Pedra do Cavalo.



**PLANTA BAIXA**  
ESCALA 1:200



**CORTE A - A' (LONGITUDINAL)**  
ESCALA 1:200



**CORTE B - B' (TRANSVERSAL)**  
ESCALA 1:200

NOTA: DIMENSÕES EM METRO, DIÂMETRO EM MILÍMETRO, EXCETO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

### PLANTA E CORTES DO BOOSTER DA ADUTORA PEDRA DO CAVALO

|                 |                     |                            |                           |
|-----------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|
| ESCALA<br>1:200 | DATA:<br>ABRIL/2015 | DESENHO:<br>JAIR FERNANDES | PROJETO:<br>GERALDO BARRA |
|-----------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|

**Figura 1.18** - Concepção do *booster* da adutora de Pedra do Cavalo

- **Custo do *Booster* de Pedra do Cavalo**

O custo do *booster* será composto das seguintes parcelas: Custo dos investimentos em obras civis e equipamentos; Custos operacionais com pessoal, energia elétrica e manutenção a partir de 2020; custo incremental de energia e de manutenção na elevatória de captação do sistema adutor Pedra do Cavalo, correspondente ao aumento da vazão de recalque de 8,0 m³/s para 9,71 m³/s.

O **Quadro 1.31** apresentado a seguir sintetiza os custos de investimento e operação previstos para o *booster* da adutora de Pedra do Cavalo.

O **Quadro 1.32** a seguir apresenta os custos de operação do *booster*, incluindo energia elétrica, pessoal e manutenção. O custo anual com pessoal é oriundo da composição de custos de pessoal para elevatórias, apresentada no **Apêndice 3, item 2.2**.

O **Quadro 1.33**, apresenta o custo do acréscimo de energia na elevatória de captação do sistema adutor Pedra do Cavalo em relação à condição atual de funcionamento, considerando o funcionamento da elevatória para recalcar a vazão de 9,71 m³/s durante 22,27 horas por dia, sendo 1,27 horas em horário de ponta.

**Quadro 1.31 - Custo das obras civis e equipamentos do *booster* da adutora de Pedra do Cavalo – Alternativa A**

| ITEM                                          | DESCRIÇÃO                                                                                                                                | QUANT. | PREÇO UNITÁRIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$)     |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|
| <b>Custos de Investimento:</b>                |                                                                                                                                          |        |                      |                       |
| 1. <i>BOOSTER</i>                             |                                                                                                                                          |        |                      |                       |
| 1                                             | Conjunto motobomba FLOWERVE modelo 30 LN 41 C, motor 1200 cv                                                                             | 5      | 1.850.000,00         | 9.250.000,00          |
| 2                                             | Válvula de retenção de fechamento rápido tipo CLASAR, DN 1200 mm                                                                         | 5      | 130.000,00           | 650.000,00            |
| 3                                             | Válvula de retenção de fechamento rápido tipo CLASAR, DN 1800 mm                                                                         | 1      | 880.000,00           | 880.000,00            |
| 4                                             | Válvula borboleta de acordo com a norma AWWA C-504 DN 1200 mm                                                                            | 10     | 120.000,00           | 1.200.000,00          |
| 5                                             | Válvula borboleta de acordo com a norma AWWA C-504 DN 1800 mm                                                                            | 2      | 370.000,00           | 740.000,00            |
| 6                                             | Junta de desmontagem travada axialmente DN 1200 mm                                                                                       | 10     | 62.000,00            | 620.000,00            |
| 7                                             | Junta de desmontagem travada axialmente DN 1800 mm                                                                                       | 1      | 65.000,00            | 65.000,00             |
| 8                                             | Sistema Elétrico do <i>booster</i> (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 2, item 2.1.13</b>        | Verba  |                      | 5.378.000,00          |
| 9                                             | Montagem                                                                                                                                 | Verba  |                      | 500.000,00            |
| 10                                            | Obras civis                                                                                                                              | Verba  |                      | 650.000,00            |
| 11                                            | Ponte Rolante                                                                                                                            | Verba  |                      | 170.000,00            |
| 2. ELEVATÓRIA DE CAPTAÇÃO:                    |                                                                                                                                          |        |                      |                       |
| 12                                            | Recuperação das bombas EBARA existentes                                                                                                  | 4      | 300.000,00           | 1.200.000,00          |
| 13                                            | Conjunto motobomba FLOWERVE modelo 16 LN 35, motor 2100 cv                                                                               | 4      | 3.900.000,00         | 15.600.000,00         |
| 14                                            | Sistema Elétrico da ampliação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo (subestação, painel de comando)                               | Verba  |                      | 9.500.000,00          |
| 15                                            | Total dos Investimentos em 2020 (SOMA 1:14)                                                                                              |        |                      | 46.403.000,00         |
| 16                                            | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                                   |        |                      | 26.330.308,39         |
| <b>Custos de Operação, em valor presente:</b> |                                                                                                                                          |        |                      |                       |
| 17                                            | Custo de operação do <i>booster</i> com pessoal, manutenção e energia elétrica ( <b>Quadro 1.32</b> )                                    |        |                      | 39.085.680,85         |
| 18                                            | Custo incremental de energia, custo de pessoal de operação e custo de manutenção na elevatória de Pedra do Cavalo ( <b>Quadro 1.33</b> ) |        |                      | 48.370.274,10         |
| 19                                            | Custo de produtos químicos usados no tratamento da água, em valor presente ( <b>Quadro 1.34</b> )                                        |        |                      | 121.544.593,54        |
| 20                                            | Total dos custos operacionais                                                                                                            |        |                      | 209.000.548,49        |
| <b>TOTAL EM VALOR PRESENTE (16 + 20)</b>      |                                                                                                                                          |        |                      | <b>235.330.856,88</b> |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)



**Quadro 1.32 - Custo de energia, pessoal de operação e manutenção do *booster* da adutora de Pedra do Cavalo**

Potência total = 6.000 cv

Vazão nominal = 8.500 L/s

Potência útil = 4.800 cv

Taxa anual de Juros = 12%

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

Demanda NP = 44,8676 R\$/kW/mês

Consumo NP = 0,2710 R\$/kWh

Custo de investimento do *booster* = R\$ 20.103.000,00

| ANO          | VAZÕES<br>DO<br>BOOSTER<br>(L/s) | CUSTO DE ENERGIA                  |                                 |                              |                              | CUSTO DE<br>PESSOAL<br>DE<br>OPERAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO DE<br>MANUTEN-<br>ÇÃO (R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------|
|              |                                  | FUNC.<br>FORA<br>PONTA<br>(H/DIA) | FUNC.<br>NA<br>PONTA<br>(H/DIA) | CUSTO DA<br>DEMANDA<br>(R\$) | CUSTO DO<br>CONSUMO<br>(R\$) |                                                |                                   | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE    |
| 2015         | 0                                | 0,0                               | 0,0                             | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                                           | 0,00                              | 0,00              | 0,00                 |
| 2016         | 0                                | 0,0                               | 0,0                             | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                                           | 0,00                              | 0,00              | 0,00                 |
| 2017         | 0                                | 0,0                               | 0,0                             | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                                           | 0,00                              | 0,00              | 0,00                 |
| 2018         | 0                                | 0,0                               | 0,0                             | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                                           | 0,00                              | 0,00              | 0,00                 |
| 2019         | 0                                | 0,0                               | 0,0                             | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                                           | 0,00                              | 0,00              | 0,00                 |
| 2020         | 7.852                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 4.614.905,37         |
| 2021         | 7.926                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 4.120.451,22         |
| 2022         | 8.000                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 3.678.974,31         |
| 2023         | 8.076                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 3.284.798,49         |
| 2024         | 8.152                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 2.932.855,79         |
| 2025         | 8.228                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 2.618.621,24         |
| 2026         | 8.282                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 2.338.054,68         |
| 2027         | 8.336                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 2.087.548,82         |
| 2028         | 8.390                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 1.863.882,88         |
| 2029         | 8.445                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 1.664.181,14         |
| 2030         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 1.485.876,02         |
| 2031         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 1.326.675,02         |
| 2032         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 1.184.531,26         |
| 2033         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 1.057.617,20         |
| 2034         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 944.301,07           |
| 2035         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 843.125,96           |
| 2036         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 752.791,03           |
| 2037         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 672.134,85           |
| 2038         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 600.120,40           |
| 2039         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 535.821,79           |
| 2040         | 8.500                            | 21,0                              | 3,0                             | 1.016.931,72                 | 5.681.542,58                 | 429.415,80                                     | 1.005.150,00                      | 8.133.040,09      | 478.412,31           |
| <b>TOTAL</b> |                                  |                                   |                                 |                              |                              |                                                |                                   |                   | <b>39.085.680,85</b> |

**Notas:**

- Funcionamento do *booster* a partir de 2020
- Vazão nominal = vazão da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo com *booster* = 8.500 L/s
- Potência útil = 4.500 cv (4 bombas de 1.200 cv operando em paralelo para recalcar 8.500 L/s)
- Funcionamento da adutora por gravidade: 24 h/dia
- Custo de pessoal de operação: conforme **Apêndice 3, item 2.2**
- Custo de manutenção: 5% do custo de investimento, conforme **Apêndice 3, item 2.2**.

**Quadro 1.33 - Custo do acréscimo de energia, do pessoal de operação e manutenção dos novos investimentos da elevatória de captação em Pedra do Cavalo**

Vazão nominal = 9.710 L/s

Taxa anual de Juros = 12%

Acréscimo de potência útil (fora de ponta) = 6.300 cv

Acréscimo de potência total (fora de ponta) = 8.400 cv

Acréscimo de potência útil (na ponta) = 26.300 cv

Acréscimo de potência total (na ponta) = 32.600 cv

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

Demanda NP = 44,8676 R\$/kW/mês

Consumo NP = 0,2710 R\$/kWh

Custo de investimento na elevatória de captação = R\$ 15.600.000,00

| ANO          | VAZÕES<br>NA<br>ADUTO-<br>RA POR<br>GRAVI-<br>DADE<br>(L/s) | CUSTO DE ENERGIA                  |                                 |                              |                              | CUSTO DE<br>PESSOAL<br>DE OPERA-<br>ÇÃO (R\$) | CUSTO DE<br>MANUTEN-<br>ÇÃO (R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------|
|              |                                                             | FUNC.<br>FORA<br>PONTA<br>(H/DIA) | FUNC.<br>NA<br>PONTA<br>(H/DIA) | CUSTO DA<br>DEMANDA<br>(R\$) | CUSTO DO<br>CONSUMO<br>(R\$) |                                               |                                   | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE    |
| 2015         | 0                                                           | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                    | 0,00                              | 493.376,93        | 493.376,93           |
| 2016         | 0                                                           | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                    | 0,00                              | 493.376,93        | 440.515,12           |
| 2017         | 0                                                           | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                    | 0,00                              | 493.376,93        | 393.317,07           |
| 2018         | 0                                                           | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                    | 0,00                              | 493.376,93        | 351.175,95           |
| 2019         | 0                                                           | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                    | 0,00                              | 493.376,93        | 313.549,96           |
| 2020         | 7.852                                                       | 19,41                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.619.965,36                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 8.579.908,26      | 4.868.470,37         |
| 2021         | 7.926                                                       | 19,59                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.672.853,96                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 8.632.796,86      | 4.373.643,55         |
| 2022         | 8.000                                                       | 19,77                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.726.240,28                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 8.686.183,18      | 3.929.188,15         |
| 2023         | 8.076                                                       | 19,96                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.780.129,02                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 8.740.071,92      | 3.529.968,46         |
| 2024         | 8.152                                                       | 20,15                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.834.524,89                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 8.794.467,79      | 3.171.373,25         |
| 2025         | 8.228                                                       | 20,34                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.889.432,67                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 8.849.375,57      | 2.849.262,10         |
| 2026         | 8.282                                                       | 20,47                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.927.795,38                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 8.887.738,28      | 2.555.012,38         |
| 2027         | 8.336                                                       | 20,60                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.966.407,98                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 8.926.350,88      | 2.291.171,94         |
| 2028         | 8.390                                                       | 20,74                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 6.005.272,09                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 8.965.215,00      | 2.054.595,89         |
| 2029         | 8.445                                                       | 21,00                             | 0,30                            | 1.317.296,35                 | 6.655.480,78                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 9.781.154,06      | 2.001.417,91         |
| 2030         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 2.218.607,56         |
| 2031         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 1.980.899,61         |
| 2032         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 1.768.660,36         |
| 2033         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 1.579.161,04         |
| 2034         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 1.409.965,21         |
| 2035         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 1.258.897,51         |
| 2036         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 1.124.015,64         |
| 2037         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 1.003.585,39         |
| 2038         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 896.058,38           |
| 2039         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 800.052,13           |
| 2040         | 8.500                                                       | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                    | 1.315.000,00                      | 12.143.694,38     | 714.332,26           |
| <b>TOTAL</b> |                                                             |                                   |                                 |                              |                              |                                               |                                   |                   | <b>48.370.274,10</b> |

**Notas:**

- Incremento da potência da elevatória de captação a partir de 2020
- Vazão na adutora por gravidade de Pedra do Cavalo = 8.500 L/s
- Vazão nominal = vazão de bombeamento para o canal = 9.710 L/s
- Funcionamento da elevatória de captação para a vazão de 8.500 L/s: 21 h fora de ponta e 1,27 h na ponta
- Custo de pessoal de operação: conforme **Apêndice 3, item 2.2**
- Custo de manutenção: 5% do custo de investimento (4 motobombas FLOWSERVE 16 LN 35), conforme **Apêndice 3, item 2.2**.

**Quadro 1.34 - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água na ETA Principal**

| ANO   | ETA PRINCIPAL                             |                                          | CUSTO DE PRODUTOS QUÍMICOS (R\$) |                       |
|-------|-------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
|       | VAZÃO FORNECIDA POR PEDRA DO CAVALO (L/s) | TRATAMENTO COMPLETO - CUSTO POR m³ (R\$) | TOTAL                            | VALOR PRESENTE        |
| 2015  | 5.750                                     | 0,0708647                                | 12.850.210,98                    | 12.850.210,98         |
| 2016  | 5.811                                     | 0,0708647                                | 12.985.724,38                    | 11.594.396,77         |
| 2017  | 5.872                                     | 0,0708647                                | 13.122.666,85                    | 10.461.309,67         |
| 2018  | 5.934                                     | 0,0708647                                | 13.261.053,47                    | 9.438.955,92          |
| 2019  | 5.996                                     | 0,0708647                                | 13.400.899,46                    | 8.516.513,87          |
| 2020  | 6.060                                     | 0,0708647                                | 13.542.220,21                    | 7.684.219,43          |
| 2021  | 6.131                                     | 0,0708647                                | 13.701.450,15                    | 6.941.581,05          |
| 2022  | 6.203                                     | 0,0708647                                | 13.862.552,33                    | 6.270.714,67          |
| 2023  | 6.276                                     | 0,0708647                                | 14.025.548,76                    | 5.664.683,91          |
| 2024  | 6.350                                     | 0,0708647                                | 14.190.461,70                    | 5.117.222,75          |
| 2025  | 6.424                                     | 0,0708647                                | 14.357.313,69                    | 4.622.670,76          |
| 2026  | 6.474                                     | 0,0708647                                | 14.467.463,95                    | 4.159.050,17          |
| 2027  | 6.523                                     | 0,0708647                                | 14.578.459,28                    | 3.741.927,39          |
| 2028  | 6.573                                     | 0,0708647                                | 14.690.306,18                    | 3.366.639,02          |
| 2029  | 6.624                                     | 0,0708647                                | 14.803.011,18                    | 3.028.989,37          |
| 2030  | 6.675                                     | 0,0708647                                | 14.916.580,86                    | 2.725.203,55          |
| 2031  | 6.671                                     | 0,0708647                                | 14.908.696,01                    | 2.431.931,27          |
| 2032  | 6.668                                     | 0,0708647                                | 14.900.815,33                    | 2.170.219,43          |
| 2033  | 6.664                                     | 0,0708647                                | 14.892.938,82                    | 1.936.671,66          |
| 2034  | 6.661                                     | 0,0708647                                | 14.885.066,47                    | 1.728.257,09          |
| 2035  | 6.657                                     | 0,0708647                                | 14.877.198,28                    | 1.542.271,02          |
| 2036  | 6.653                                     | 0,0708647                                | 14.868.909,72                    | 1.376.260,51          |
| 2037  | 6.650                                     | 0,0708647                                | 14.860.625,77                    | 1.228.119,42          |
| 2038  | 6.646                                     | 0,0708647                                | 14.852.346,44                    | 1.095.924,28          |
| 2039  | 6.642                                     | 0,0708647                                | 14.844.071,72                    | 977.958,67            |
| 2040  | 6.639                                     | 0,0708647                                | 14.835.801,61                    | 872.690,91            |
| TOTAL |                                           |                                          |                                  | <b>121.544.593,54</b> |

Nota: A composição do custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água tratada na ETA Principal está apresentada no Apêndice 3, item 2.2.

**c) Exploração de poços no aquífero São Sebastião para adicionar a vazão de 0,51 m³/s**

A exploração de poços no aquífero São Sebastião é prevista na **Alternativa A** a partir de 2029, quando o acréscimo de oferta proporcionado pelas intervenções de aproveitamento do volume de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m (2,55 m³/s) e do *booster* na adutora de água bruta de Pedra do Cavalo (1,5 m³/s) não seriam suficientes para atender as demandas com 100% de garantia. Haveria nesse momento um déficit de disponibilidade dos mananciais de 0,51 m³/s em relação à demanda de fim de plano, a ser coberto por um sistema de captação de águas subterrâneas no aquífero São Sebastião.

**• Pré-dimensionamento das Bombas dos Poços**

Para fins de pré-dimensionamento adotou-se a configuração hipotética do sistema apresentada nas **Figura 1.19** e **Figura 1.20**. Ressalva-se que a espacialização real deverá levar em conta a análise pormenorizada do relevo e geologia local visando otimizar a perfuração dos poços.

- Vazão média para funcionamento 24 h = 507 L/s [vem do **Quadro 1.21**, coluna (26), ano 2040]
- Vazão média para funcionamento 21 h (fora do horário de ponta) =  $507 \times 24 / 21 = 579$  L/s
- Número de poços: 12 + 1 reserva
- Vazão média de cada poço =  $579 / 12 = 48,3$  L/s
- Vazão máxima diária de cada poço =  $48,3 \times 1,2 = 58,0$  L/s
- Maior percurso: P1 - P2 - P7 - E.E.
- Perdas de Carga:

**Quadro 1.35** - Perdas de carga nas adutoras dos poços

|       | Q (L/s) | V (m/s) | L (m) | PERDA (m) |
|-------|---------|---------|-------|-----------|
| 200   | 58,0    | 1,85    | 1.200 | 18,72     |
| 300   | 116,0   | 1,64    | 1.000 | 7,57      |
| 350   | 174,0   | 1,81    | 500   | 3,79      |
| TOTAL |         |         |       | 30,08     |

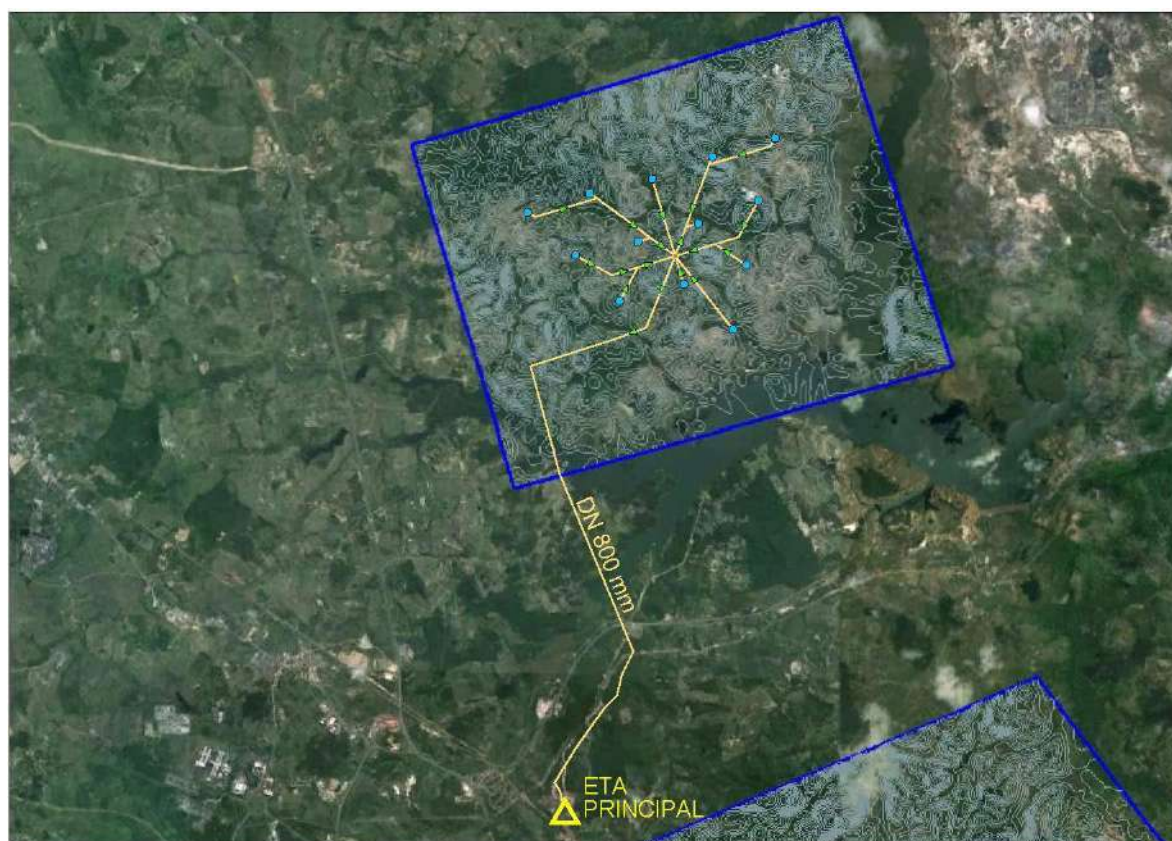
- Perda de carga na bomba = 6 m
- Nível Dinâmico = 45,00 m
- Desnível entre a boca do poço e o nível de chegada da água no reservatório da EE  $\cong 5,00$  m
- AMT =  $45,00 + 5,00 + 6,00 + 30,08 \cong 86,08$  m
- Potência do Motor =  $(58,0 \times 86,08) / (75 \times 0,70) = 95,09$  CV  $\cong 95$  CV
- Potência Útil =  $12 \times 95$  CV = 1.140 CV (12 poços)
- Potência Total =  $13 \times 95$  CV = 1.235 CV (13 poços)

**• Estação Elevatória da Caixa de Reunião dos Poços até a ETA Principal**

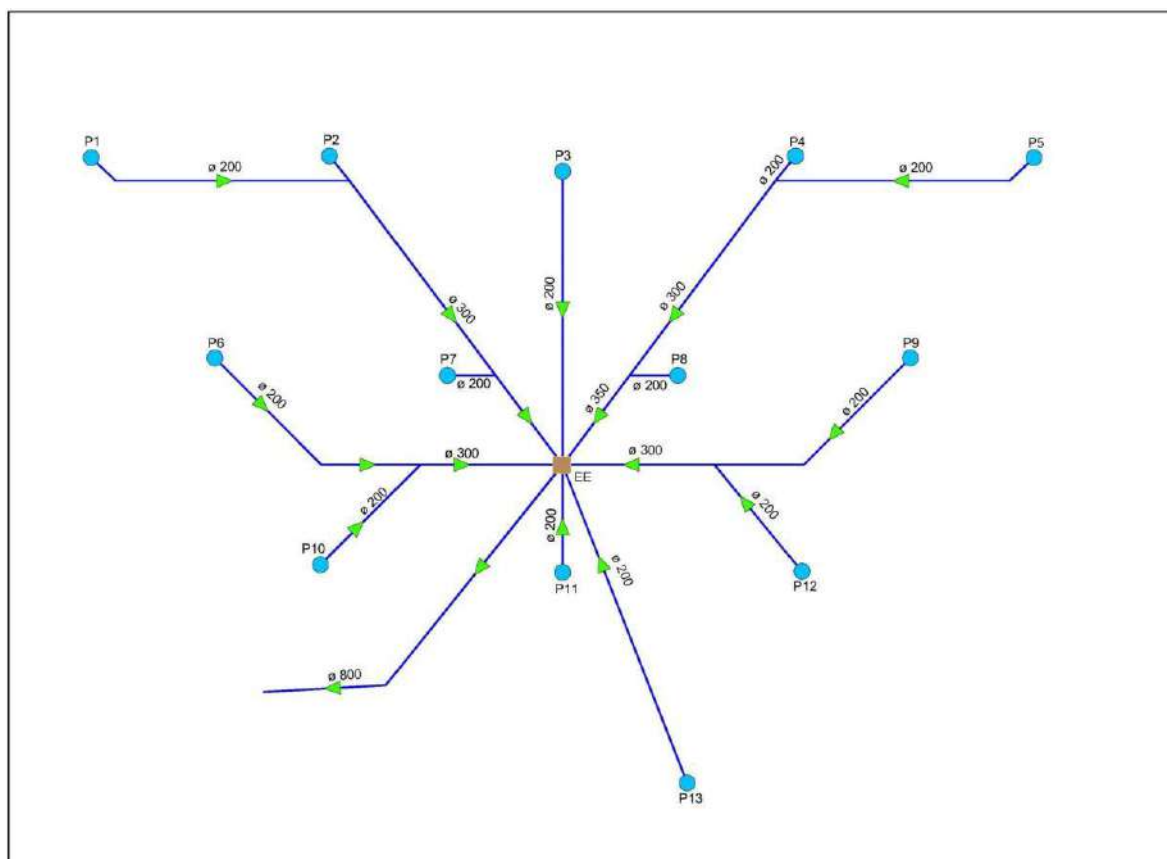
A água dos poços será bombeada diretamente para o reservatório de água potável da ETA Principal, após passar apenas pelo tratamento de desinfecção e fluoreação.

- Vazão média = 507 L/s
- Vazão fora de ponta =  $507 \times 24 / 21 = 579$  L/s
- Vazão máxima diária =  $579 \times 1,2 = 695$  L/s





**Figura 1.19** - Captação de água subterrânea e adução para a ETA Principal



**Figura 1.20** - Arranjo geral de 13 poços para a vazão média de 507 L/s

- Diâmetro = 800 mm
- Velocidade = 1,38 m/s
- Extensão da adutora = 11.000 m
- Perdas na Adutora =  $0,0155 \times (11.000 / 0,8) \times (1,38^2 / 19,6) = 20,71$  m
- N.A. na ETA = 122,60 m
- Cota Elevatória  $\cong 30,00$  m
- AMT =  $122,60 - 30,00 + 20,71 = 113,31$  m
- Número de Bombas = 2 + 1 Reserva
- Vazão de cada Bomba =  $695 / 2 = 347,5$  L/s = 1.251 m³/h
- Rotação = 1.775 rpm
- Potência do Motor =  $(347,50 \times 113,31) / (75 \times 0,85 \times 0,95) = 656$  CV  $\cong 700$  CV.

• **Custo da exploração de poços no aquífero São Sebastião para aumentar a oferta em 0,51 m³/s**

O custo da exploração de poços no aquífero São Sebastião, sintetizado no **Quadro 1.36**, compõe-se dos custos de investimento em obras civis e equipamentos e custos operacionais com pessoal, energia elétrica, produtos químicos e manutenção, cujas estimativas estão demonstradas nos quadros subsequentes.

**Quadro 1.36** - Estimativa de custo dos poços no Aquífero São Sebastião, com vazão média de 507 L/s – **Alternativa A**

| ITEM                                   | DESCRIÇÃO                                                                                                                                              | UNID. | QUANT. | PREÇO (R\$)  |               |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------------|---------------|
|                                        |                                                                                                                                                        |       |        | UNITÁRIO     | TOTAL         |
| Custos de Investimento:                |                                                                                                                                                        |       |        |              |               |
| 1                                      | Poço profundo, equipado com bomba de eixo vertical EBARA, com potência de 95 CV                                                                        | un.   | 13     | 1.100.000,00 | 14.300.000,00 |
| 2                                      | Adutoras poços - caixa de reunião                                                                                                                      |       |        |              |               |
|                                        | DN 200, PVC DE Fº Fº                                                                                                                                   | m     | 9.100  | 271,18       | 2.467.738,00  |
|                                        | DN 300, PVC DE Fº Fº                                                                                                                                   | m     | 3.200  | 415,66       | 1.330.112,00  |
|                                        | DN 350, Ferro Fundido                                                                                                                                  | m     | 1.000  | 575,56       | 575.560,00    |
| 3                                      | Sistema Elétrico dos poços (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 2, item 2.1.13</b>                              | Verba |        |              | 4.355.000,00  |
| 4                                      | Adutora, caixa de reunião - ETA Principal, Ferro Fundido DN 800 mm                                                                                     | m     | 11.000 | 1.942,86     | 21.371.460,00 |
| 5                                      | Estação Elevatória com potência de 1.400 CV                                                                                                            | Verba |        |              | 3.320.000,00  |
| 6                                      | Conjunto Motobomba, de eixo horizontal, modelo FLOWSERVE 10-LNH-22, com potência de 700 CV                                                             |       | 3      | 460.000,00   | 1.380.000,00  |
| 7                                      | Sistema Elétrico da elevatória Caixa de Reunião - ETA Principal (linha de transmissão, subestação, painel de comando) - <b>Apêndice 2, item 2.1.13</b> | Verba |        |              | 1.530.000,00  |
| 8                                      | Caminho de serviço para manutenção dos poços, com 5 m de largura                                                                                       | m     | 13.300 | 147,00       | 1.955.100,00  |
| 9                                      | Casa de química para aplicação de clorogás e flúor                                                                                                     | Verba |        |              | 500.000,00    |
| 10                                     | Total dos investimentos (2029)                                                                                                                         |       |        |              | 53.084.970,00 |
| 11                                     | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                                                 |       |        |              | 9.698.425,55  |
| Custos de Operação, em valor presente: |                                                                                                                                                        |       |        |              |               |
| 12                                     | Custo de energia da bateria de dos poços ( <b>Quadro 1.37</b> )                                                                                        |       |        |              | 633.738,36    |
| 13                                     | Custo de energia da elevatória de recalque da água dos poços para a ETA Principal ( <b>Quadro 1.38</b> )                                               |       |        |              | 875.436,23    |
| 14                                     | Custo de produtos químicos usados no tratamento de água ( <b>Quadro 1.39</b> )                                                                         |       |        |              | 208.305,98    |
| 15                                     | Custo de manutenção de adutoras e elevatórias ( <b>Quadro 1.40</b> )                                                                                   |       |        |              | 2.317.915,45  |
| 16                                     | Total dos custos operacionais                                                                                                                          |       |        |              | 4.035.396,02  |
| TOTAL EM VALOR PRESENTE (11 + 16)      |                                                                                                                                                        |       |        |              | 13.733.821,57 |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)

**Quadro 1.37 - Custo de energia da bateria de 13 poços profundos**

Potência total = 1.235 cv

Vazão nominal = 695 L/s

Potência útil = 1.140 cv

Taxa anual de Juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS (L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                               |                                               | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                        | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL DE<br>DEMANDA DE<br>ENERGIA (R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO DE<br>ENERGIA (R\$) | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2021          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2022          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2023          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2024          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2025          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2026          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2027          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2028          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2029          | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2030          | 31                     | 1,1                                 | 169.307,62                                    | 56.093,65                                     | 225.401,26        | 41.179,97                  |
| 2031          | 48                     | 1,7                                 | 169.307,62                                    | 87.048,68                                     | 256.356,29        | 41.817,26                  |
| 2032          | 75                     | 2,6                                 | 169.307,62                                    | 135.086,10                                    | 304.393,72        | 44.333,22                  |
| 2033          | 116                    | 4,0                                 | 169.307,62                                    | 209.632,77                                    | 378.940,39        | 49.277,25                  |
| 2034          | 180                    | 6,2                                 | 169.307,62                                    | 325.317,69                                    | 494.625,30        | 57.429,35                  |
| 2035          | 279                    | 9,6                                 | 169.307,62                                    | 504.842,82                                    | 674.150,43        | 69.886,99                  |
| 2036          | 314                    | 10,9                                | 169.307,62                                    | 568.901,31                                    | 738.208,92        | 68.328,33                  |
| 2037          | 354                    | 12,2                                | 169.307,62                                    | 641.088,05                                    | 810.395,67        | 66.973,13                  |
| 2038          | 399                    | 13,8                                | 169.307,62                                    | 722.434,43                                    | 891.742,04        | 65.799,82                  |
| 2039          | 450                    | 15,5                                | 169.307,62                                    | 814.102,68                                    | 983.410,30        | 64.789,14                  |
| 2040          | 507                    | 17,5                                | 169.307,62                                    | 917.402,54                                    | 1.086.710,15      | 63.923,88                  |
| <b>TOTAIS</b> |                        |                                     |                                               |                                               |                   | <b>633.738,36</b>          |

**Notas:**- Vazão média por poço =  $507 \div 12 = 42,25$  L/s- Vazão nominal da bateria de poços = vazão de bombeamento  $Q_{\text{max,diária}}$  em 21 horas =  $[42,25 \times (24 \div 21) \times 1,2] \times 12 = 695$  L/s

**Quadro 1.38 - Custo de energia do recalque da caixa de reunião dos poços para a ETA Principal**

Potência total = 2.100 cv

Vazão nominal = 695 L/s

Potência útil = 1.400 cv

Taxa anual de Juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>(L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                                  |                                                  | CUSTO DE<br>PESSOAL DE<br>OPERAÇÃO | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                           | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL<br>DE DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO<br>DE ENERGIA<br>(R\$) |                                    | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 2015                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 2016                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 2017                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 2018                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 2019                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 2020                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2021          | 2021                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2022          | 2022                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2023          | 2023                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2024          | 2024                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2025          | 2025                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2026          | 2026                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2027          | 2027                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2028          | 2028                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2029          | 2029                      | 0                                   | 0,0                                              | 0,00                                             | 0,00                               | 0,00              | 0,00                       |
| 2030          | 2030                      | 31                                  | 1,1                                              | 287.891,49                                       | 68.886,93                          | 356.778,43        | 65.182,08                  |
| 2031          | 2031                      | 48                                  | 1,7                                              | 287.891,49                                       | 106.901,88                         | 394.793,38        | 64.399,35                  |
| 2032          | 2032                      | 75                                  | 2,6                                              | 287.891,49                                       | 165.895,21                         | 453.786,71        | 66.091,47                  |
| 2033          | 2033                      | 116                                 | 4,0                                              | 287.891,49                                       | 257.443,75                         | 545.335,25        | 70.915,17                  |
| 2034          | 2034                      | 180                                 | 6,2                                              | 287.891,49                                       | 399.512,95                         | 687.404,44        | 79.812,31                  |
| 2035          | 2035                      | 279                                 | 9,6                                              | 287.891,49                                       | 619.982,40                         | 907.873,90        | 94.116,35                  |
| 2036          | 2036                      | 314                                 | 10,9                                             | 287.891,49                                       | 698.650,73                         | 986.542,22        | 91.313,96                  |
| 2037          | 2037                      | 354                                 | 12,2                                             | 287.891,49                                       | 787.301,12                         | 1.075.192,61      | 88.856,62                  |
| 2038          | 2038                      | 399                                 | 13,8                                             | 287.891,49                                       | 887.200,17                         | 1.175.091,67      | 86.707,61                  |
| 2039          | 2039                      | 450                                 | 15,5                                             | 287.891,49                                       | 999.775,22                         | 1.287.666,72      | 84.834,19                  |
| 2040          | 2040                      | 507                                 | 17,5                                             | 287.891,49                                       | 1.126.634,69                       | 1.414.526,19      | 83.207,11                  |
| <b>TOTAIS</b> |                           |                                     |                                                  |                                                  |                                    |                   | <b>875.436,23</b>          |

**Notas:**

- Vazão média na elevatória de recalque = 507 L/s

- Vazão nominal da elevatória = vazão de bombeamento  $Q_{\max. \text{diária}}$  em 21 horas =  $[507 \times (24 \div 21) \times 1,2] \times 12 = 695 \text{ L/s}$



**Quadro 1.39 - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água dos poços - Cloração e Fluoração**

| ANO   | POÇOS       |                                            | CUSTO DE PRODUTOS QUIMICOS (R\$) |                |
|-------|-------------|--------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
|       | VAZÃO (L/s) | CLORAÇÃO E FLUORAÇÃO<br>CUSTO POR m³ (R\$) | TOTAL                            | VALOR PRESENTE |
| 2015  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2016  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2017  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2018  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2019  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2020  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2021  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2022  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2023  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2024  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2025  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2026  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2027  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2028  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2029  | 0           | 0,00                                       | 0,00                             | 0,00           |
| 2030  | 31          | 0,0279234                                  | 27.298,36                        | 4.987,31       |
| 2031  | 48          | 0,0279234                                  | 42.362,84                        | 6.910,30       |
| 2032  | 75          | 0,0279234                                  | 65.740,59                        | 9.574,75       |
| 2033  | 116         | 0,0279234                                  | 102.019,24                       | 13.266,54      |
| 2034  | 180         | 0,0279234                                  | 158.318,11                       | 18.381,81      |
| 2035  | 279         | 0,0279234                                  | 245.685,26                       | 25.469,40      |
| 2036  | 314         | 0,0279234                                  | 276.859,77                       | 25.626,03      |
| 2037  | 354         | 0,0279234                                  | 311.989,95                       | 25.783,63      |
| 2038  | 399         | 0,0279234                                  | 351.577,73                       | 25.942,20      |
| 2039  | 450         | 0,0279234                                  | 396.188,73                       | 26.101,75      |
| 2040  | 507         | 0,0279234                                  | 446.460,32                       | 26.262,27      |
| TOTAL |             |                                            |                                  | 208.305,98     |

**Nota:** Composição do custo de produtos químicos por m³ de água tratada (R\$ 0,0279234 / m³) conforme **Apêndice 3, item 2.2.**

**Quadro 1.40 - Custo de pessoal de operação e manutenção de novas adutoras e elevatórias**

| ANO          | CUSTOS DE MANUTENÇÃO                            |                                                    | CUSTOS DE PESSOAL DE OPERAÇÃO               |                                          | CUSTO ANUAL (R\$) |                     |
|--------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------|---------------------|
|              | ADUTORAS<br>Investimento =<br>R\$ 27.699.970,00 | ELEVATÓRIAS<br>Investimento =<br>R\$ 25.385.000,00 | E.E. CAIXA DE<br>REUNIÃO - ETA<br>PRINCIPAL | RECALQUES<br>POÇOS - CAIXA<br>DE REUNIÃO | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE   |
| 2015         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2016         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2017         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2018         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2019         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2020         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2021         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2022         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2023         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2024         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2025         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2026         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2027         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2028         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2029         | 0,00                                            | 0,00                                               |                                             |                                          | 0,00              | 0,00                |
| 2030         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 348.547,02          |
| 2031         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 311.202,70          |
| 2032         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 277.859,55          |
| 2033         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 248.088,89          |
| 2034         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 221.507,94          |
| 2035         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 197.774,94          |
| 2036         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 176.584,77          |
| 2037         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 157.664,97          |
| 2038         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 140.772,30          |
| 2039         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 125.689,55          |
| 2040         | 276.999,70                                      | 1.269.250,00                                       | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 1.907.795,06      | 112.222,81          |
| <b>TOTAL</b> |                                                 |                                                    |                                             |                                          |                   | <b>2.317.915,45</b> |

**Nota:** Custos anuais de manutenção e pessoal de operação determinados conforme **Apêndice 3, item 2.2.**

#### **d) Ampliação da ETA principal**

Para a definição da capacidade da ETA Principal considerou-se as vazões máximas diárias previstas em fim de Plano (ano 2040) para as nove alternativas propostas, calculadas a partir das vazões médias afluentes à ETA Principal pelas adutoras de água bruta de Pedra do Cavalo e Joanes II, conforme apresentado no quadro a seguir. Observa-se que a máxima vazão a ser tratada pela ETA Principal em fim de plano atinge 11.087 L/s nas alternativas C, D, F, G e I, em que se prevê o uso exclusivo de mananciais superficiais. Nas alternativas A, B, E e H, que envolvem a utilização do manancial subterrâneo, além dos mananciais superficiais, as vazões máximas diárias afluentes à ETA Principal assumem valores menores, entre 8.678 e 10.478 L/s, uma vez que nessas alternativas prevê-se a condução das águas subterrâneas diretamente ao reservatório de água tratada da ETA Principal por dispensarem o tratamento convencional.

**Quadro 1.41 - Vazões afluentes à ETA Principal para as alternativas previstas**

| ALTERNATIVA | VAZÕES AFLUENTES A ETA PRINCIPAL EM INÍCIO E FIM DE PLANO (L/s) |       |                     |        |
|-------------|-----------------------------------------------------------------|-------|---------------------|--------|
|             | MÉDIA                                                           |       | MÁXIMA DIÁRIA TOTAL |        |
|             | 2015                                                            | 2040  | 2015                | 2040   |
| A           | 7.708                                                           | 8.732 | 9.250               | 10.478 |
| B           | 7.708                                                           | 8.732 | 9.250               | 10.478 |
| C           | 7.708                                                           | 9.239 | 9.250               | 11.087 |
| D           | 7.708                                                           | 9.239 | 9.250               | 11.087 |
| E           | 7.708                                                           | 7.739 | 9.250               | 9.287  |
| F           | 7.708                                                           | 9.239 | 9.250               | 11.087 |
| G           | 7.708                                                           | 9.239 | 9.250               | 11.087 |
| H           | 7.708                                                           | 7.232 | 9.250               | 8.678  |
| I           | 7.708                                                           | 9.239 | 9.250               | 11.087 |

**Nota:** Vazão Máxima Diária total = Vazão Média total x 1,2

Recentemente, o sistema adutor Joanes II - ETA Principal foi ampliado e para receber a nova adutora (DN 1900 mm) foi construída uma caixa de mistura de água bruta, a montante da estrutura de entrada, além de um segundo canal de água coagulada até os flocculadores e um terceiro módulo de floculação. Mesmo com essas ampliações, em funcionamento desde novembro/2013, não houve acréscimo expressivo de vazão na ETA Principal, conforme mostra o **Quadro 1.41** que apresenta as vazões afluentes à ETA Principal no período Junho/2012 - Julho/2014. Considerando a evolução das vazões nesse período e informações obtidas com a equipe de operação da ETA Principal, estima-se que a capacidade atual de produção de água tratada na ETA Principal situa-se entre 7,6 m³/s e 8,0 m³/s, adotando-se 7,6 m³/s nos estudos do presente Plano.

**Quadro 1.42 - Vazões na entrada da ETA Principal no período Junho/2012 - Julho/2014**

| MESES                | VAZÕES NA ENTRADA DA ETA PRINCIPAL |              |              |
|----------------------|------------------------------------|--------------|--------------|
|                      | ANO 2012                           | ANO 2013     | ANO 2014     |
| Janeiro              |                                    | 7,730        | 7,732        |
| Fevereiro            |                                    | 7,718        | 7,840        |
| Março                |                                    | 7,740        | 7,844        |
| Abril                |                                    | 7,432        | 7,957        |
| Maio                 |                                    | 7,299        | 7,913        |
| Junho                | 7,290                              | 7,146        | 7,790        |
| Julho                | 7,466                              | 7,341        | 7,379        |
| Agosto               | 7,302                              | 7,228        |              |
| Setembro             | 7,404                              | 6,930        |              |
| Outubro              | 7,363                              | 7,529        |              |
| Novembro             | 7,395                              | 7,694        |              |
| Dezembro             | 7,668                              | 7,817        |              |
| <b>MÉDIAS ANUAIS</b> | <b>7,413</b>                       | <b>7,467</b> | <b>7,779</b> |

Em razão do exposto, as alternativas de ampliação da ETA Principal deverão considerar as complementações necessárias para aumentar a capacidade atual da ETA para os valores de vazão máxima diária indicados no **Quadro 1.41** anteriormente apresentado. Com base nos valores apresentados nesse quadro, serão admitidas duas situações de ampliação da ETA Principal:

- Aumento da capacidade para 9.250 L/s, que atenderia as vazões demandadas em 2015 para todas as alternativas e, também, as vazões de fim de plano (ano 2040) requeridas nas **Alternativas E/H**;
- Aumento da capacidade para 11.100 L/s, que atenderia as vazões demandadas em início e fim de plano nas **Alternativas A/B/C/D/F/G/I**.

#### d.1) Alternativa de Ampliação com Processo Convencional

Convém destacar que atualmente encontram-se em andamento os Projetos Básicos para a Ampliação do Sistema Integrado de Abastecimento de Salvador, sob contrato da EMBASA com a empresa HITA Engenharia, incluindo, entre outros, o projeto de ampliação da ETA Principal.

Na fase atual do projeto dispõe-se do relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade da ETA Principal, submetido à aprovação da EMBASA, cujas premissas e proposições foram analisadas visando à sua adequação aos estudos do presente Plano. De acordo com esse relatório, a ampliação da ETA Principal está prevista para ser implantada por etapas, contemplando, por solicitação da EMBASA, a possibilidade de tratamento de até 19,5 m³/s na configuração final prevista, embora os estudos de demanda do projeto tenham indicado que a ETA Principal ficaria responsável por uma produção de 8.921 L/s, em 2015, e 12.423 L/s, em 2040, cabendo à ETA Bolandeira produzir uma vazão da ordem de 2.900 L/s no período 2015 - 2040.

A alternativa eleita para ampliação da ETA Principal, conforme os estudos de concepção e viabilidade acima referidos, prevê a construção, em primeira etapa, das seguintes unidades:

- Um terceiro canal de água coagulada, similar aos dois existentes, previsto para alimentar dois novos floculadores;
- Dois novos floculadores, com 32 câmaras, com mesmas dimensões das câmaras existentes;
- Um decantador de alta taxa, com capacidade de 6 m³/s, compreendendo 24 câmaras de decantação, doze em cada lado;
- Onze novos filtros com mesmas dimensões dos existentes, perfazendo um total de 25 filtros em operação, em primeira etapa;
- Ainda na primeira etapa de obras, seria construído um novo canal de água floculada, distribuindo a água pelas 24 câmaras de decantação, 12 de cada lado.

Na segunda etapa, os dois floculadores antigos voltariam a alimentar os dois decantadores convencionais mediante a reconstrução das quatro câmaras de jusante de cada floculador existente.

Nesta segunda etapa os dois decantadores existentes de fluxo horizontal seriam transformados em decantadores verticais de alta taxa e os filtros existentes seriam desativados temporariamente para recomposição dos leitos filtrantes e substituição dos drenos do fundo falso. As intervenções nos filtros existentes seriam feitas por etapas, envolvendo simultaneamente grupos de dois a quatro filtros de forma a não diminuir a eficiência do tratamento.

Para atender a vazão de 19,5 m³/s, em horizonte indeterminado, seriam construídos mais 11 filtros com dimensões iguais às dos filtros existentes, totalizando 36 filtros.

Levando em conta as necessidades de ampliação identificadas no presente Plano (9.250 L/s para **Alternativas E/H** e 11.100 L/s para **Alternativas A/B/C/D/F/G/I**) e a previsão dos estudos de concepção existentes para a ampliação da ETA Principal, a seguir serão analisados os parâmetros de funcionamento hidráulico das principais unidades da ETA Principal e as possibilidades de ampliação.



- **Floculadores**

Atualmente existem 40 floculadores mecanizados, cada um com área de  $9,75 \times 9,75 \text{ m}^2$  e 3,65 m de altura útil. Considerando a vazão de  $9,25 \text{ m}^3/\text{s}$ , o tempo de detenção na unidade de floculação será de 25,0 minutos. Para a vazão de  $11,10 \text{ m}^3/\text{s}$  esse tempo passaria para 20,8 minutos. A NBR 12216 recomenda um tempo de detenção entre 30 e 40 minutos para floculadores mecanizados, significando que os floculadores existentes poderiam receber uma vazão de até  $7,71 \text{ m}^3/\text{s}$ , admitindo o tempo de detenção de 30 minutos  $[9,75 \times 9,75 \times 3,65 \times 40 / (30 \times 60) = 7,71 \text{ m}^3/\text{s}]$ . Portanto, haverá necessidade de construção de novas câmaras de floculação.

Em razão da dificuldade de tratamento da água bruta que aflui à ETA Principal, devido à elevada cor e baixa turbidez da água proveniente de Pedra do Cavalo que constitui a maior parte da água bruta afluente, recomenda-se a consideração de um tempo de detenção de 40 minutos, correspondente ao limite superior da faixa preconizada na NBR 12216, para fins de avaliação da ampliação necessária na unidade de floculação. Nesta condição, considerando-se que a ampliação seria feita com acréscimo de novas câmaras iguais às existentes, obtém-se as seguintes quantidades de novas câmaras na configuração atual:

- Para  $9,25 \text{ m}^3/\text{s}$  (**Alternativas E/H**):  $N = 9,25 \times (40 \times 60) / (9,75 \times 9,75 \times 3,65) - 40 = 24$  câmaras
- Para  $11,10 \text{ m}^3/\text{s}$  (**Alternativas A/B/C/D/F/G/I**):  $N = 11,10 \times (40 \times 60) / (9,75 \times 9,75 \times 3,65) - 40 = 36$  câmaras

Ressalta-se que os estudos de concepção do projeto da EMBASA supramencionado preconizam para a primeira etapa a implantação de dois novos floculadores com 32 novas câmaras de iguais dimensões aos existentes, para atender a vazão de  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ , proporcionando dessa forma um tempo de detenção de 30,8 minutos, que corresponde aproximadamente ao limite inferior da faixa preconizada na NBR 12216.

Conforme acima justificado, serão adotados no presente Plano os acréscimos de câmaras calculados para o tempo de detenção de 40 minutos, sendo 24 câmaras para as alternativas E/H e 36 câmaras para as alternativas A/B/C/D/F/G/I.

- **Decantadores**

A ETA Principal dispõe de seis decantadores, sendo dois de escoamento horizontal e quatro de escoamento vertical. Os dois primeiros são decantadores convencionais, cada um com 119,4 m de comprimento e 39,64 m de largura e 4,80 m de profundidade. Considerando como  $2/3$  a área efetiva de decantação, ou seja,  $2/3 \times 119,40 \times 39,64 = 3.155,3 \text{ m}^2$ , descontando a área coberta com as calhas de coleta de água decantada, e considerando  $1,30 \text{ m}^3/\text{s}$  a vazão atual de cada decantador convencional, obtém-se uma taxa de escoamento superficial de  $35,6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ , valor inferior a  $40 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ , limite máximo recomendado no item 5.10.4.1 da NBR 12216 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público. Não se recomenda o aumento da vazão escoada nos decantadores horizontais, uma vez que a velocidade longitudinal de escoamento  $[1,3 / (39,64 \times 4,80) = 0,68 \text{ cm/s}]$  está próxima do limite de arraste dos flocos ( $0,75 \text{ cm/s}$ ).

Os decantadores verticais de alta taxa (decantadores tubulares) foram projetados para uma vazão de  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , sendo  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  para cada câmara, com área de decantação de  $39,8 \times 29,65 = 1.180 \text{ m}^2$ , correspondendo a uma taxa de aplicação superficial de aproximadamente  $110 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ . Atualmente, os decantadores tubulares operam satisfatoriamente, com vazão de  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Para decantadores tubulares, segundo Azevedo Neto (“Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água – Vol. II), a taxa de aplicação calculada em relação à área superficial da parte onde se encontram as placas geralmente está compreendida entre  $150$  e  $240 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ . Isso sugere que a taxa de aplicação superficial dos decantadores tubulares da ETA Principal ( $110 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ ), correspondente à vazão de projeto ( $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ), pode ser considerada conservadora. Observa-se que para a vazão de  $11,10 \text{ m}^3/\text{s}$  (máxima vazão requerida na ETA para as alternativas consideradas) resultaria a taxa de aplicação superficial de  $203 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ , ainda situada

na faixa referida por Azevedo Neto. Entretanto, considerando que o projeto de decantadores tubulares envolvem outros parâmetros associados aos módulos tubulares e, também, que não se dispõe do projeto dos decantadores existentes para análise mais detalhada, será admitido no presente Plano que a taxa de aplicação superficial de  $110 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$  é apropriada para os decantadores de alta taxa existentes e que sua capacidade de tratamento é efetivamente de  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Para a definição das ampliações necessárias, será considerado o emprego de decantadores de alta taxa, que apresentam maior desempenho e requerem áreas muito menores do que os decantadores convencionais, conforme experiência já vivenciada pela equipe de operação da ETA Principal. Embora a capacidade de decantação atual da ETA seja avaliada em  $8,6 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$  para os decantadores convencionais e  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$  para os decantadores de alta taxa), será considerado que os decantadores convencionais serão desativados temporariamente no decorrer do período de alcance do Plano, uma vez que a EMBASA intenciona transformá-los no futuro em decantadores de alta taxa. Deste modo, as novas unidades deverão cobrir o déficit calculado sobre a capacidade atual dos decantadores de alta taxa, ou seja,  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Os estudos de concepção constantes do projeto da EMBASA em andamento propõem a implantação, em primeira etapa, de um novo decantador de alta taxa, com capacidade de  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , posicionado ao lado da unidade de alta taxa existente. O novo decantador seria dividido em 24 câmaras de decantação independentes, agrupadas em duas fileiras de 12 câmaras dispostas no sentido longitudinal da unidade, com dimensões de  $9,0 \text{ m} \times 16,0 \text{ m}$  (Área total =  $24 \times 9,0 \times 16,0 = 3.456 \text{ m}^2$ ), com o canal de água decantada no centro e descarga de lodo nas extremidades. Cabe observar que nesta configuração a taxa de aplicação superficial seria de  $150 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ , superior à taxa da unidade existente, embora compatível com os valores de referência para decantadores de alta taxa, conforme comentado anteriormente.

Admitindo-se a unidade de decantação de alta taxa existente, a nova unidade proposta nos estudos de concepção em primeira etapa e a desativação dos decantadores horizontais existentes, ter-se-ia uma capacidade de decantação de  $12,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , maior do que as necessidades previstas para a ETA Principal para as alternativas consideradas.

Considerando-se a configuração proposta nos estudos de concepção do projeto em andamento, a seguir será avaliada a quantidade de câmaras necessárias para as duas situações de ampliação previstas nos estudos do presente Plano ( $9,25$  e  $11,10 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

- Para  $9,25 \text{ m}^3/\text{s}$  (**Alternativas E/H**):  $N = (9,25 - 6,0) \times 24 / 6 = 13$  câmaras
- Para  $11,10 \text{ m}^3/\text{s}$  (**Alternativas A/B/C/D/F/G/I**):  $N = (11,10 - 6,0) \times 24 / 6 = 20$  câmaras

Apesar de o cálculo indicar menores quantidades de câmaras para as vazões consideradas, em relação ao previsto nos estudos de concepção do projeto da EMBASA, recomenda-se a implantação completa da unidade proposta nesses estudos, para as duas situações consideradas, visando aumentar a flexibilidade operacional da ETA e proporcionar melhores condições para manutenção das unidades.

Convém comentar que a nova unidade de decantação proposta nos estudos de concepção do projeto da EMBASA foi prevista para instalação ao lado da unidade de decantação de alta taxa existente, em área ainda não construída. Considerando que a unidade proposta possui área compatível com sua acomodação em um dos decantadores convencionais existentes, previstos de serem transformados em decantadores de alta taxa futuramente, seria recomendável reavaliar o projeto em andamento quanto à possibilidade de transformação imediata de um dos decantadores convencionais, uma vez que a vazão operacional de um desses decantadores ( $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ) poderia ser absorvida pelo decantador de alta taxa existente, que opera com folga de  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , conforme descrito anteriormente. Essa medida reduziria o custo das obras civis da nova unidade e reduziria a ociosidade das áreas onde se encontram em operação os decantadores convencionais, após sua desativação. A transformação do segundo decantador convencional para alta taxa, se concretizada no período de alcance do plano, seria uma medida de segurança adicional, que aumentaria ainda mais a

flexibilidade operacional da ETA, embora não se caracterize como necessidade real nesse período. Com esta configuração, em primeira etapa ter-se-ia as seguintes vazões:

- Um decantador convencional 1,3 m³/s
- Um decantador de alta taxa novo 4,4 m³/s (110 m/dia x 3.456 m² / 86.400 s/dia)
- Um decantador de alta taxa existente 6,0 m³/s
- Total = 11,7 m³/s

#### • Filtros rápidos

Os 14 filtros rápidos existentes, com área unitária de 166,3 m², operam com taxa de filtração de 282 m³/m²/dia considerando a vazão atual de 7,6 m³/s da ETA Principal. Segundo a norma NBR 12216 a taxa máxima de filtração em filtros rápidos de fluxo descendente não deve exceder 360 m³/m²/dia. Mantendo a mesma taxa de filtração dos filtros existentes, o acréscimo de filtros necessários para as vazões de ampliação consideradas seriam os seguintes.

- Para 9,25 m³/s (**Alternativas E/H**):  $N = (9,25 \times 14 / 7,6) - 14 = 3$  filtros
- Para 11,10 m³/s (**Alternativas A/B/C/D/F/G/I**):  $N = (11,10 \times 14 / 7,6) - 14 = 7$  filtros

Os estudos de concepção constantes do projeto da EMBASA propõem a implantação em primeira etapa de onze novos filtros com mesmas dimensões dos existentes, que somados a estes perfariam um total de 25 filtros. Com os 25 filtros funcionando (14 existentes e 11 a implantar) a taxa de filtração para a vazão de 11,10 m³/s passaria para 231 m³/m²/dia, valor conveniente considerando a má qualidade da água dos mananciais, especialmente em algumas épocas do ano. A implantação das 11 unidades propostas nos estudos de concepção do projeto da EMBASA poderia conferir maior segurança e flexibilidade no processo de tratamento, possibilitando maior frequência de manutenção dos leitos.

Pelas razões expostas, mesmo tendo sido verificado que as necessidades de filtração poderiam ser atendidas com menor número de novas unidades, será adotada a previsão de onze novos filtros, para as duas situações de ampliação consideradas (9,25 e 11,10 m³/s), perfazendo um total de 25 filtros.

#### • Reservatório de água tratada

No que diz respeito à desinfecção da água, o volume do reservatório de água tratada existente, da ordem de 49.000 m³, proporciona um tempo de contato para o cloro de 73,57 minutos, considerando a vazão final de 11,1 m³/s da ETA Principal. A Portaria do Ministério da Saúde de nº.518/2004 estabelece, no Artigo 13: “Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos”.

Portanto, não haverá necessidade de ampliação desta unidade.

#### • Definição das ampliações das unidades da ETA Principal

Em razão do anteriormente exposto, prevê-se as seguintes ampliações na ETA Principal para as duas vazões operacionais definidas em função das alternativas consideradas (**Quadro 1.43**). As dimensões das câmaras obedeceriam ao projeto da EMBASA em curso.

**Quadro 1.43** - Ampliações previstas nas principais unidades da ETA Principal

| VAZÕES / ALTERNATIVAS                   | FLOCULADORES | DECANTADORES | FILTROS    |
|-----------------------------------------|--------------|--------------|------------|
| 9,25 m³/s (Alternativas E/H)            | 24 câmaras   | 24 câmaras   | 11 filtros |
| 11,10 m³/s (Alternativas A/B/C/D/F/G/I) | 36 câmaras   | 24 câmaras   | 11 filtros |

Além das ampliações supra indicadas, que deverão ser implantadas de imediato, prevê-se a realização de intervenções em 2020 para adequações nos floculadores existentes e reforma dos 14 filtros existentes.

- **Investimentos previstos**

São previstos os seguintes investimentos de ampliação da ETA, tomando-se como referência os custos constantes dos estudos de concepção e viabilidade do Projeto da EMBASA em andamento, ajustados conforme as necessidades identificadas no presente Plano, ilustradas na **Figura 1.21**.

Em primeira etapa, a ser implantada de imediato, são previstas as seguintes unidades:

- Um terceiro canal de água coagulada, similar aos dois existentes, previsto para alimentar dois novos floculadores;
- Dois novos floculadores, com 24 câmaras para a vazão de 9,25 m³/s, e com 36 câmaras para a vazão de 11,10 m³/s, com mesmas dimensões dos floculadores existentes;
- Um decantador de alta taxa, com capacidade de 6 m³/s, compreendendo 24 câmaras de decantação, doze em cada lado;
- Onze novos filtros com mesmas dimensões dos existentes, perfazendo um total de 25 filtros em operação, em primeira etapa.

Numa segunda etapa seria construído um novo canal de água floculada, distribuindo a água pelas 24 câmaras de decantação, 12 de cada lado. Os dois floculadores antigos voltariam a alimentar os dois decantadores convencionais mediante a reconstrução das quatro câmaras de jusante de cada floculador. Nesta 2ª. Etapa um dos decantadores existentes de fluxo horizontal seria transformado em decantador de alta taxa e os filtros existentes seriam desativados temporariamente para recomposição dos leitos filtrantes e substituição dos drenos do fundo falso. As intervenções nos filtros existentes seriam feitas por etapas, envolvendo grupos de dois a quatro filtros de forma a não diminuir a eficiência do tratamento.

**Quadro 1.44 - Custos de ampliação da ETA Principal para as alternativas consideradas**

| ETAPAS                                                                                       | CUSTOS (R\$)          |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
|                                                                                              | (Alternativas E/H)    | (Alternativas A/B/C/D/F/G/I) |
| <b>Primeira Etapa (imediata):</b>                                                            |                       |                              |
| - Mobilização e desmobilização                                                               | 1.273.595,00          | 1.273.595,00                 |
| - Administração local                                                                        | 2.185.570,00          | 2.185.570,00                 |
| - Área de tratamento                                                                         | 14.397.127,00         | 14.397.127,00                |
| - Floculadores (24 câmaras nas alternativas E/H e 36 câmaras nas alternativas A/B/C/D/F/G/I) | 5.218.279,50          | 7.827.419,25                 |
| - Decantadores (24 câmaras em todas as alternativas)                                         | 16.312.632,00         | 16.312.632,00                |
| - Filtros (11 unidades em todas as alternativas)                                             | 23.451.084,00         | 23.451.084,00                |
| - Sopradores                                                                                 | 676.686,00            | 676.686,00                   |
| - Subtotal                                                                                   | 63.514.973,50         | 66.124.113,25                |
| <b>Segunda Etapa (2020):</b>                                                                 |                       |                              |
| - Mobilização e desmobilização                                                               | 1.576.910,00          | 1.576.910,00                 |
| - Administração local                                                                        | 2.914.093,00          | 2.914.093,00                 |
| - Floculadores 1 e 2 existentes                                                              | 43.664,00             | 43.664,00                    |
| - Decantadores 1 e 2 existentes                                                              | 55.348.430,00         | 55.348.430,00                |
| - Reforma dos filtros existentes (14 un.)                                                    | 8.020.730,00          | 8.020.730,00                 |
| - Subtotal                                                                                   | 67.903.827,00         | 67.903.827,00                |
| - Subtotal em valor presente                                                                 | 38.530.455,05         | 38.530.455,05                |
| <b>Total em valor presente</b>                                                               | <b>102.045.428,55</b> | <b>104.654.568,30</b>        |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (preços apurados no projeto da EMBASA em Jan/2014 mantidos sem alteração)



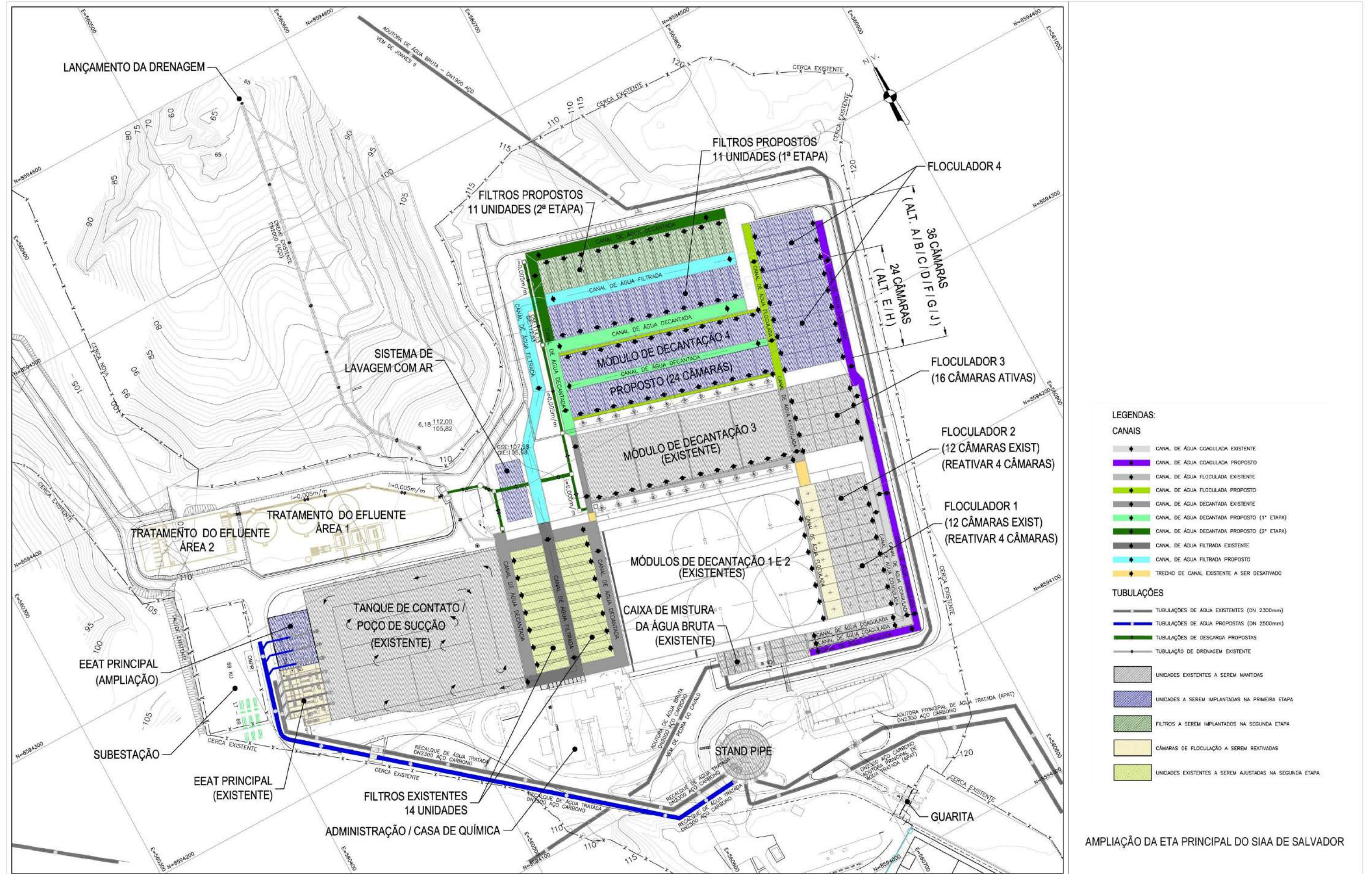


Figura 1.21 - Solução proposta para ampliação da ETA Principal



#### d.2) Alternativa de Ampliação da ETA Principal com Emprego de Membranas de Ultrafiltração

O Ministério da Saúde tem se tornado mais exigente na questão de qualidade de água potável distribuída à população. A revisão da Portaria 518 do Ministério da Saúde pela nova Portaria 2914, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, trouxe limitações importantes para a maioria dos sistemas convencionais de tratamento, dificultando o cumprimento dos limites de alguns parâmetros. Além disso, provavelmente novas revisões serão ainda mais restritivas, tal como vem sendo feito em outros países.

A qualidade dos mananciais do SIAA de Salvador, assim como em todo o Brasil, tem se degradado ao longo dos anos, dificultando a adoção de sistemas convencionais para águas cujas qualidades não são mais convencionais. O problema agrava-se pelo fato do fenômeno da eutrofização estar associado à floração de cianobactérias, muitas vezes acima do limite preconizado pela Resolução CONAMA 357/05. Em tais circunstâncias, a interferência da presença de algas impõe dificuldades ao tratamento da água do tipo convencional, empregado pela EMBASA, uma vez que este apresenta limitações em relação à remoção de algas e cianobactérias. As principais dificuldades operacionais se relacionam com a redução da eficiência da sedimentação dos flocos, propiciando a colmatção mais rápida dos filtros e, conseqüentemente, a diminuição das carreiras de filtração; o aumento na dosagem de produtos químicos; a elevação da demanda de cloro, com maior possibilidade de formação de subprodutos da cloração, ocasionando maiores riscos à saúde humana e maior geração de lodo. Ainda que tais dificuldades sejam superadas no tratamento convencional, este não se mostrará confiável para a produção de água potável, uma vez que não envolve tecnologias adequadas para a remoção de metabólitos secundários dissolvidos, liberados durante a lise celular, tais como as cianotoxinas. Desta forma, a tecnologia avançada de membranas de ultrafiltração mostra-se como uma alternativa bastante interessante para tratamento deste tipo de água superficial.

A Ultrafiltração é um processo de remoção física baseado em membranas, que se utiliza para a eliminação seletiva de material em suspensão, partículas, macromoléculas de grande tamanho, matéria coloidal ou microorganismos. As membranas, geralmente de material polimérico, eliminam contaminantes por um mecanismo simples de exclusão por tamanho, da ordem de nanômetros, possível devido a um diferencial de pressão aplicado. Esta tecnologia é conhecida por trabalhar em baixas pressões, da ordem 1 a 2 bar, levando a um baixo custo energético. A regularidade na distribuição do tamanho dos poros e a própria química da membrana têm também um papel importante na separação, permitindo elevada remoção de algas e cianobactérias sem adição de químicos, já que a remoção é um processo físico, removendo as células intactas, evitando a liberação de toxinas pela lise celular. O sistema trabalha em ciclos automatizados de filtração, com limpezas regulares com água e ar, além de limpezas químicas para recuperação da permeabilidade da membrana.

Além disso, analisando-se alguns parâmetros de qualidade de água tratada distribuída atualmente, conforme visto na fase de diagnóstico, verifica-se problemas nos sistemas convencionais existentes, tais como:

- **Alumínio:** acusado em 100% das amostras de água tratada na ETA Suburbana e em 50% das amostras nas demais ETA's;
- **Trihalometanos (THM):** na ETA Principal e ETA Suburbana não foram registrados resultados acima do Valor Máximo Permitido (VMP) no ano 2013. Na ETA Theodoro Sampaio foram registradas seis ocorrências de resultados acima do VMP entre 13 amostras analisadas, enquanto na ETA Vieira de Mello o padrão foi excedido em duas de doze amostras analisadas durante o ano de 2013;
- **Turbidez:** com base nos resultados de água tratada informados pela EMBASA, constata-se que em todas as ETA's o número de ocorrências de resultados acima do padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção (0,5 uT) excedeu o limite de 5% estabelecido pela Portaria No 2914/2011.

Tais parâmetros podem ser minimizados usando membranas de ultrafiltração, principalmente devido ao reduzido uso de químicos no tratamento, evitando incremento nos níveis de ferro e alumínio bastante utilizados como coagulantes, evitando a geração de subprodutos tóxicos de cloração, e principalmente pela produção de água tratada de elevada qualidade com níveis baixíssimos de turbidez (sempre abaixo de 0,5 NTU, com médias menores que 0,2 NTU).

Em complemento às vantagens da Ultrafiltração já expostas acima, é importante destacar, também:

- Sistema compacto, modular, automatizado e de rápida instalação;
- Baixo custo operacional;
- Reduzido custo de mão-de-obra e facilidade de manutenção;
- Redução da geração de lodo e menores custos de disposição;
- Remoção de microorganismos e patógenos como vírus, bactérias, Cryptosporidium e Giardia que podem ser resistentes aos processos de desinfecção, inclusive com certificações internacionais para uso em água potável.

Dessa maneira, sendo o horizonte do presente Plano o ano de 2040, é importante que as definições de tecnologia já contemplem atender tanto o ponto de vista quantitativo quanto qualitativo em fim de plano, garantindo a segurança hídrica no presente e no futuro. Nesse contexto, a tecnologia de tratamento por membranas de ultrafiltração, que já vem sendo utilizada em centenas de países como método de tratamento mais seguro no fornecimento de água para abastecimento público, desponta como uma alternativa a ser considerada pela EMBASA.

#### • Investimentos e custos operacionais previstos

São previstos os seguintes investimentos de ampliação da ETA utilizando-se um sistema de tratamento baseado em membranas de ultrafiltração com capacidade de produzir 3,5 m³/s, tomando-se como referência estações já instaladas no Brasil e em projetos em andamento. Importante salientar que neste sistema o custo de implementação é baseado em uma planta completa e totalmente nova, diferentemente dos custos anteriormente apresentados de reforma da ETA e consequente aumento de produção do sistema convencional. A vazão de 3,5 m³/s corresponde ao complemento da capacidade da ETA convencional existente (7,6 m³/s) para atingir a demanda de fim de plano, estimada em 11,1 m³/s ( $11,1 - 7,6 = 3,5$ ).

**Quadro 1.45 - Custos estimados de investimento e operação da alternativa de Ultrafiltração para 3,5 m³/s**

| CUSTO DE INVESTIMENTO (R\$)                                |                                                                                                               | CUSTO DE OPERAÇÃO (R\$)                                                                                                                                |                     |                    |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| Itens                                                      |                                                                                                               | Itens                                                                                                                                                  | Custo anual (R\$)   | Custo por m³ (R\$) |
| - Bombas de alimentação                                    |                                                                                                               | - Energia Elétrica (kWh)                                                                                                                               | 1.609.282,08        | 0,014              |
| - Bombas de retrolavagem                                   |                                                                                                               | - Manutenção de equipamentos e troca de membranas (3.570 membranas Modelo IP-77XP a cada 10 anos)                                                      | 3.401.800,00        | 0,031              |
| - Bombas dosificadoras de químicos                         |                                                                                                               |                                                                                                                                                        |                     |                    |
| - Tubulações                                               |                                                                                                               | - Sulfato de alumínio 50%                                                                                                                              | 1.068.150,28        | 0,040              |
| - Obra civil                                               |                                                                                                               | - Soda caustica 50%                                                                                                                                    | 173.706,12          |                    |
| - Membranas de ultrafiltração                              |                                                                                                               | - Ácido cítrico 50%                                                                                                                                    | 395.827,34          |                    |
| - Elétrica                                                 |                                                                                                               | - Hipoclorito de sódio 10%                                                                                                                             | 1.789.995,72        |                    |
| - Instrumentação, Automação e controle                     |                                                                                                               | - Ácido fluossilícico 20%                                                                                                                              | 375.293,10          |                    |
| - Tanques de químicos e de água filtrada                   |                                                                                                               | - Cloro gás                                                                                                                                            | 238.040,83          |                    |
| - Engenharia e projeto básico<br>Comissionamento e startup |                                                                                                               | <b>Total Anual</b>                                                                                                                                     | <b>9.052.095,48</b> | <b>0,082</b>       |
| <b>TOTAL</b>                                               | <b>R\$ 150 milhões<br/>(estimativa - depende<br/>principalmente dos custos<br/>relacionados à obra civil)</b> | <b>Notas:</b><br>- Vazão = 3,5 m³/s<br>- Volume anual = 3,5 m³/s x 365 d x 86.400 s = 110.376.000 m³/ano<br>- Custo por m = Custo anual ÷ Volume anual |                     |                    |

Os valores apresentados no **Quadro 1.45** são adaptações (custos/especificidades/experiências no Brasil) da referência: Microfiltration and Ultrafiltration Membranes for Drinking Water (AWWA Manual of practice M53).

### d.3) Comparação das Alternativas

Quanto aos custos de implantação das unidades (investimentos), o custo da 1ª etapa de ampliação da ETA pelo processo convencional foi estimado da ordem de R\$ 66 milhões, prevendo-se em segunda etapa a reforma das unidades existentes, ao custo estimado em cerca de R\$ 39 milhões em valor presente, totalizando o montante de R\$ 104,6 milhões em valor presente.

O custo de investimento para o sistema de Ultrafiltração é maior, sendo estimado da ordem R\$ 150 milhões, com a ressalva que o projeto das obras civis é necessário para uma estimativa mais precisa. Entretanto, o maior custo pode ser atribuído principalmente ao fato de tratar-se de uma nova planta completa, enquanto a ampliação da ETA Principal pelo processo convencional consiste em reforma, envolvendo acréscimos nas unidades já existentes. Para sistemas novos, conforme informações levantadas, os custos de investimento nos processos Convencional e de Ultrafiltração são muito competitivos.

Em relação aos custos operacionais apresenta-se os seguintes comentários:

- Conforme o **Quadro 1.45**, a Ultrafiltração tem um custo operacional estimado em R\$ 0,082 por metro cúbico de água tratada, sendo esse custo composto das seguintes parcelas:
  - Energia elétrica: R\$ 0,014 / m<sup>3</sup>
  - Manutenção de equipamentos e troca de membranas (admitida uma troca a cada 10 anos, mantendo-se as tubulações dos skids fornecidas na implantação da planta): R\$ 0,031 / m<sup>3</sup>
  - Produtos químicos: R\$ 0,040 / m<sup>3</sup>
  - Nota: Os custos com pessoal de operação não foram computados, admitindo-se que a equipe de operação existente na ETA Principal ficará também encarregada da operação da unidade de Ultrafiltração, uma vez que esse processo não requer nenhum conhecimento adicional que impacte na mão-de-obra.
- No Tratamento Convencional, considerando as dosagens atuais de produtos químicos na ETA Principal, o custo dos produtos químicos por metro cúbico de água tratada é de aproximadamente R\$ 0,0708647, conforme demonstrado no quadro seguinte.

**Quadro 1.46** - Cálculo do custo unitário com produtos químicos na ETA Principal

| PRODUTO QUÍMICO          | DOSAGEM MÉDIA (g/m <sup>3</sup> ) | PREÇO UNITÁRIO (R\$/kg) | CUSTO POR m <sup>3</sup> DE ÁGUA TRATADA (R\$) |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|
| Cal Hidratada            | 0,01                              | 0,44                    | 0,0000044                                      |
| Sulfato de Alumínio      | 52,86                             | 0,66                    | 0,0348876                                      |
| Sulfato Férrico          | 10,29                             | 0,67                    | 0,0068943                                      |
| Polímero                 | 0,08                              | 13,85                   | 0,0011080                                      |
| Cloro Liquefeito         | 5,79                              | 4,30                    | 0,0248970                                      |
| Permanganato de Potássio | 0,01                              | 4,70                    | 0,0000470                                      |
| Ácido Fluossilícico      | 3,88                              | 0,78                    | 0,0030264                                      |
| TOTAL                    |                                   |                         | 0,0708647                                      |

O Custo de energia elétrica resume-se praticamente ao consumo do sistema de lavagem dos filtros e equipamentos de agitação dos floculadores, estes últimos com consumo de energia inexpressivo.



A ETA Principal conta com 14 filtros rápidos, com área unitária de 166,3 m<sup>2</sup>, tratando uma vazão de 7,6 m<sup>3</sup>/s (239.673.600 m<sup>3</sup>/ano). Uma estimativa do consumo de energia na lavagem dos filtros é apresentada a seguir.

- Número de filtros existentes = 14
- Área de um filtro = 166 m<sup>2</sup>
- Velocidade de lavagem = 0,8 m/minuto
- Vazão de uma lavagem = 166 m<sup>2</sup> x 0,8 m/min x 1000 / 60 s/min = 2.214 L/s
- Número de filtros lavados por dia = 7
- AMT = 32 m
- Duração de uma lavagem = 8 minutos = 0,13 h
- Custo do kwh = R\$ 0,243
- Energia gasta em uma lavagem de filtro = (2214 L/s x 32 m / 75 / 0,70 x 0,736) kw x 0,13 h = 129,12 kwh
- Custo anual de energia considerando uma lavagem diária em sete filtros = 129,12 kwh x 365 x 7 x R\$ 0,243 /kwh = R\$ 80.166,00
- Custo de energia por metro cúbico = 80.166,00 / 239.673.600 = R\$ 0,00034 / m<sup>3</sup>

O custo de manutenção anual é admitido em 2% do custo de investimento na 1ª etapa de ampliação da ETA Principal, estimada em R\$ 66.124.113,25, conforme já apresentado. Desta forma, resulta:

- Custo de investimento da 1ª. etapa = R\$ 66.124.113,25
- Custo de manutenção anual = R\$ 66.124.113,25 x 0,02 = R\$ 1.322.482,26
- Custo de manutenção por metro cúbico = R\$ 1.322.482,26 / (3,5 x 365 x 86.400) = R\$ 0,01198 / m<sup>3</sup>

O custo com pessoal de operação não deverá sofrer acréscimo, considerando que a equipe existente na ETA Principal deverá atender as ampliações do processo convencional.

Portanto, somando-se os custos unitários (custos por metro cúbico de água tratada) com produtos químicos, energia elétrica e manutenção, a serem considerados na ampliação do processo convencional, obtém-se:

- Custo operacional do Tratamento Convencional por m<sup>3</sup> = 0,0708647 + 0,00034 + 0,01198 =  
= R\$ 0,08318 / m<sup>3</sup> ≈ R\$ 0,083 / m<sup>3</sup>

#### d.4) Conclusão

De acordo com as estimativas realizadas, a ampliação da capacidade da ETA Principal pelo Tratamento Convencional requer menor custo de investimento em comparação à alternativa de Ultrafiltração em que se prevê a instalação de uma planta totalmente nova para processar a vazão de 3,5 m<sup>3</sup>/s, correspondente ao acréscimo de demanda a ser provido pela ETA Principal no horizonte do plano (2040). A vantagem econômica para o Tratamento Convencional deve-se principalmente ao fato de se tratar da ampliação de uma estação existente, enquanto a Ultrafiltração requer a implantação de uma planta completamente nova.

Quanto aos custos operacionais, as estimativas realizadas sugerem que as duas alternativas consideradas têm custos operacionais globais por metro cúbico de água tratada praticamente equivalentes, obtendo-se R\$ 0,083 / m<sup>3</sup> para o Tratamento Convencional e R\$ 0,082 / m<sup>3</sup> para a Ultrafiltração. Considerando a composição

dos custos operacionais, observa-se que as maiores despesas com energia elétrica e troca de membranas na Ultrafiltração são compensadas pela menor despesa com produtos químicos utilizados no tratamento da água, em relação ao Tratamento Convencional.

Apesar do maior custo de investimento, considerando a deterioração da qualidade das águas dos mananciais do SIAA de Salvador e a impossibilidade de obter-se água tratada pelo processo convencional em permanente adequação aos padrões requeridos, conforme foi mostrado na fase de diagnóstico, recomenda-se incluir a Ultrafiltração como alternativa a ser analisada em pormenores nos estudos de concepção e viabilidade do Projeto de Ampliação da ETA Principal (em fase de elaboração pela empresa Hita Engenharia, sob contrato da EMBASA). De acordo com suas características técnicas de desempenho, a Ultrafiltração possibilitaria a obtenção de água tratada de melhor qualidade, o atendimento permanente das recomendações da Portaria 2914 do Ministério da Saúde e maior garantia de evitar riscos à saúde pública.

**e) Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal**

A estação elevatória de água tratada recebe água da ETA Principal de Salvador é responsável pelo fornecimento da maior parte da água tratada consumida nos Sistemas Integrados de Salvador (Lauro de Freitas, Salvador e Simões Filho) e Recôncavo (Candeias, Madre de Deus e São Francisco do Conde).

A elevatória é composta pela casa de bombas e pela casa de comando, a primeira situada ao lado do tanque de contato, que serve de poço de sucção das bombas. Deste poço a água é recalçada para o *stand pipe*, que distribui água por gravidade pela Adutora Principal de água tratada, para uma série de reservatórios setoriais.

A elevatória conta com quatro bombas e opera no sistema 3+1, ou seja, uma bomba fica de reserva, em sistema de rodízio. As bombas são da marca Worthington Dresser (atual Flowserve), modelo 30 –LN – 41 G, potência 1.100 CV, rotação 585 rpm, rotor com 37,90”.

As quatro tubulações de sucção das bombas existentes são de 1300 mm de diâmetro reduzindo para 900 mm na bomba. O flange de recalque da bomba é de 750 mm, ampliando para 1050 mm de diâmetro até alcançar o barrilete principal de recalque, com diâmetro de 2300 mm, seguindo a linha de recalque com esse diâmetro, extensão aproximada de 300m, até a entrada do Stand-pipe.

Para se avaliar as ampliações necessárias, será admitido que a elevatória de água tratada deverá atender as vazões máximas diárias previstas para a ETA Principal, que deverão variar entre 9.250 L/s, em 2015, e 11.100 L/s, em 2040 – suposição de caráter conservador, uma vez que as vazões da ETA incluem perdas, admitidas de 5%, nas operações de lavagem dos filtros e remoção de lodo dos decantadores.

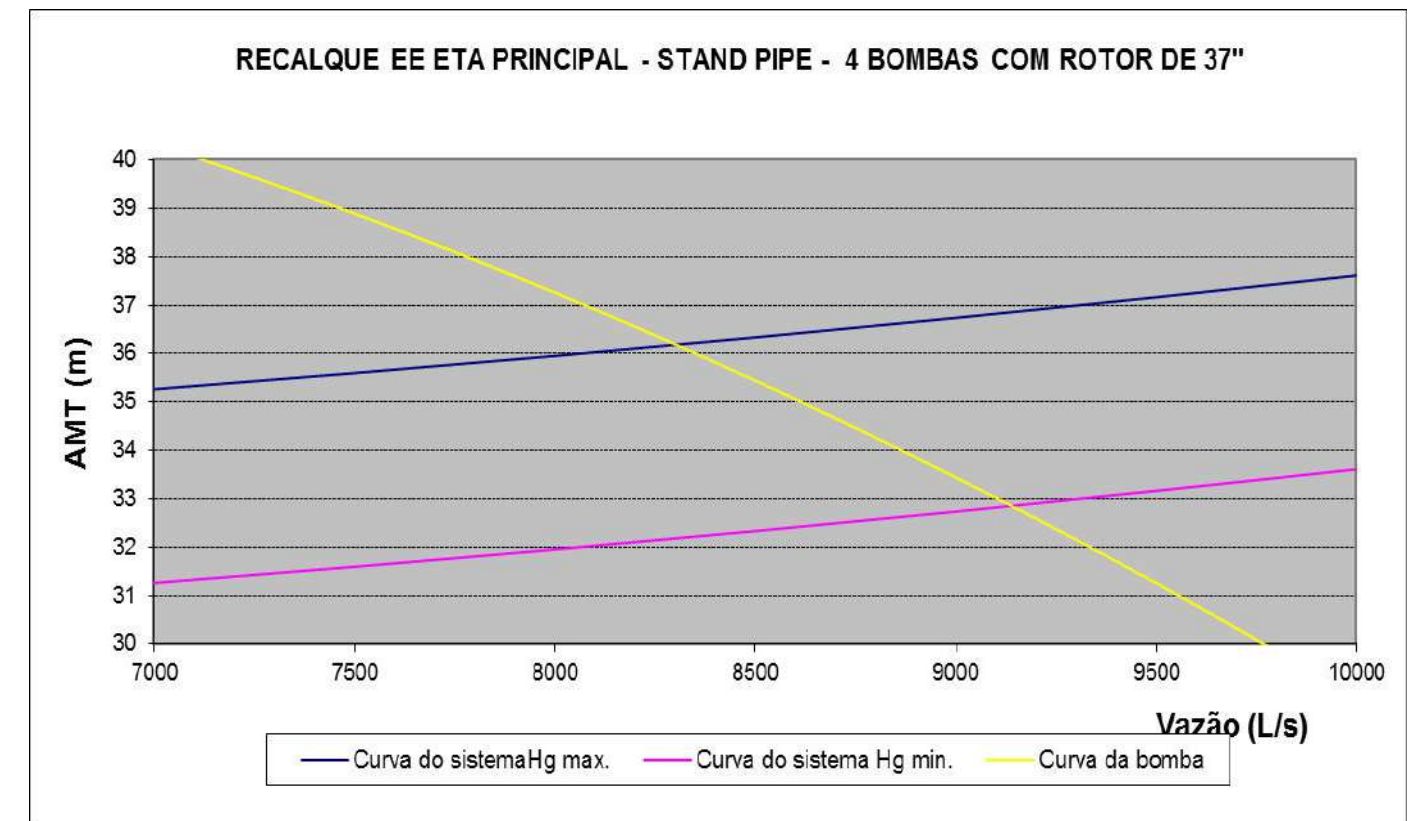
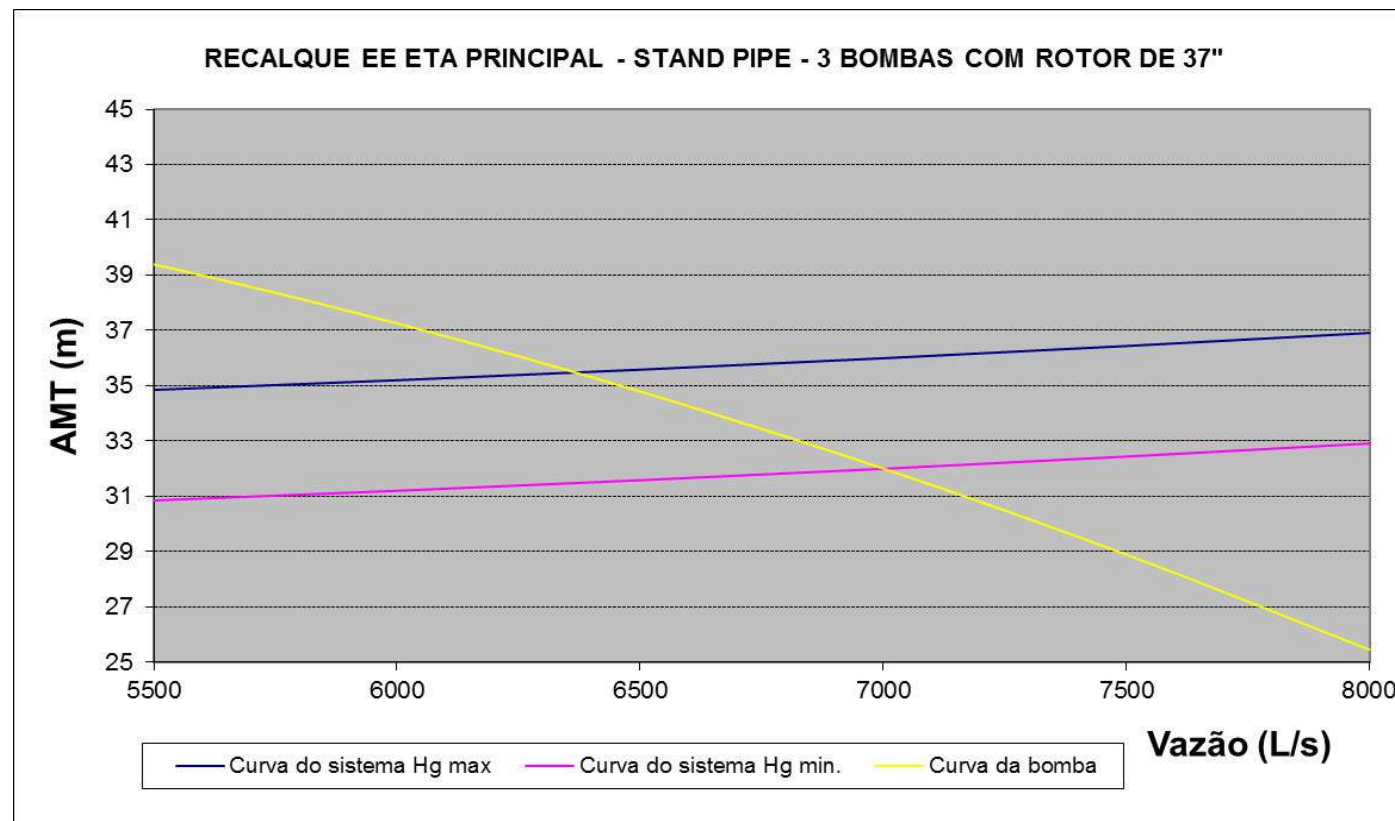
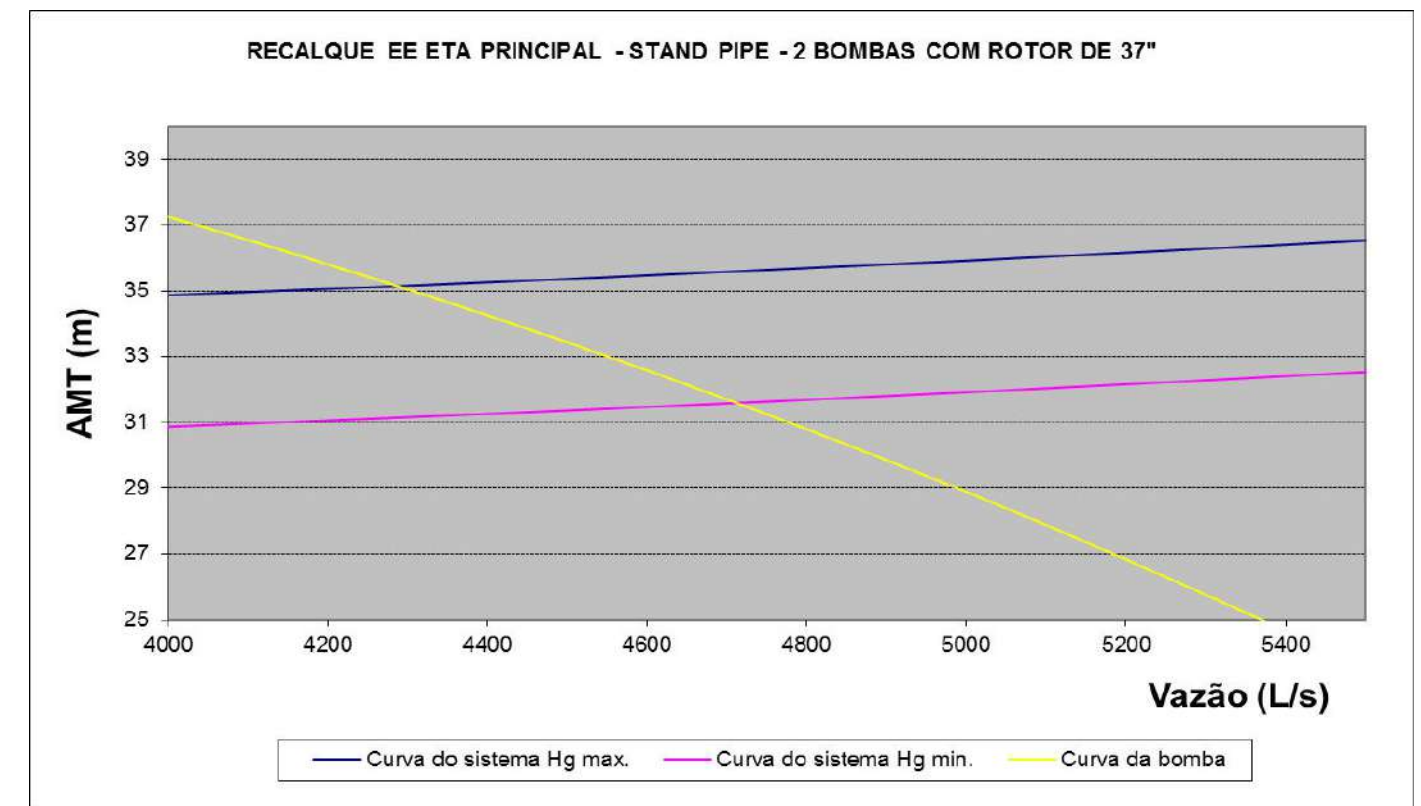
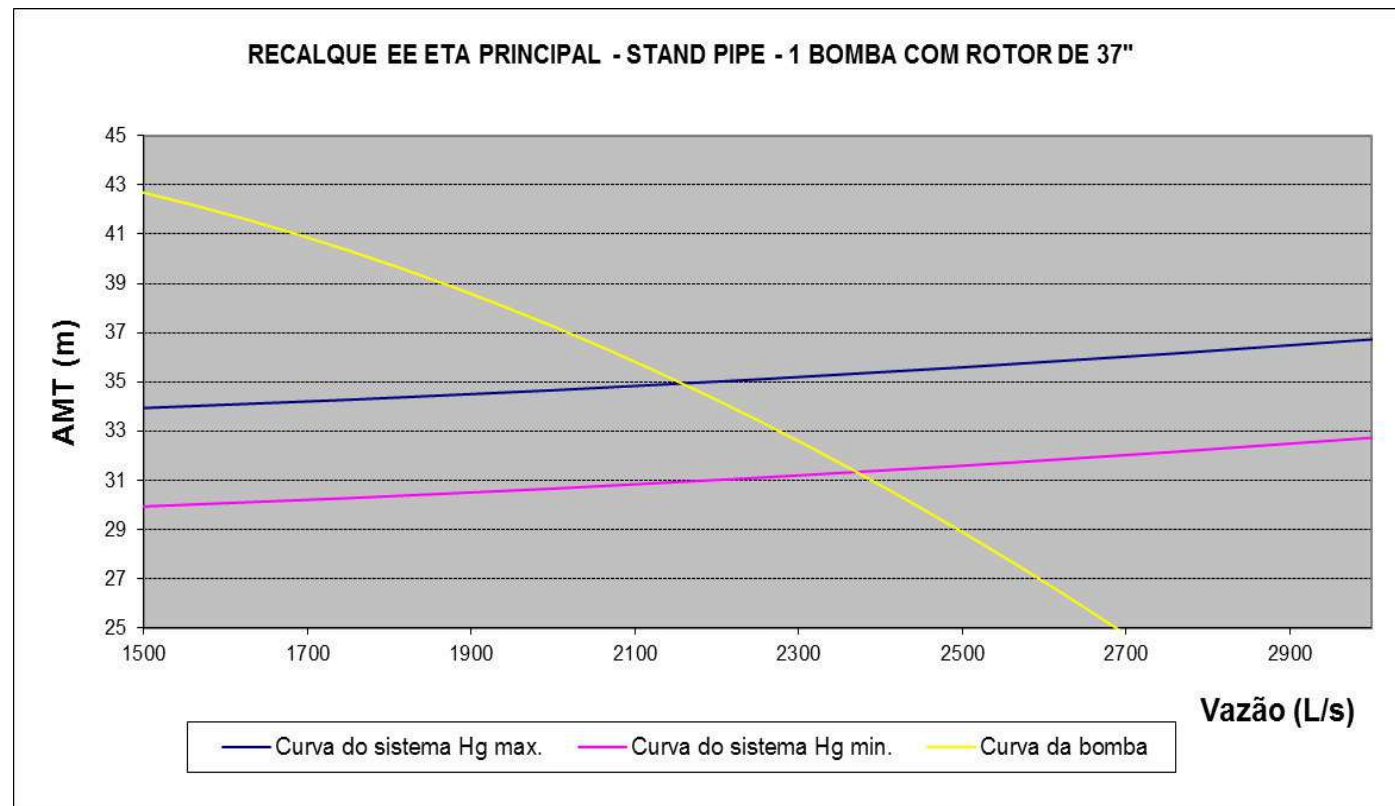
Objetivando maximizar a capacidade da elevatória, estudou-se a possibilidade de aproveitamento das bombas existentes, com e sem troca de rotores e motores, considerando-se como principais condicionantes de ampliação o espaço físico, o NPSH disponível e o diâmetro das tubulações individuais de recalque.

Para os rotores atuais, de 37,9”, os cruzamentos das curvas do sistema e das bombas nas diversas condições de funcionamento, mostradas na **Figura 1.22** indicam os seguintes pontos de trabalho:

**Quadro 1.47 - Pontos de trabalho das bombas na elevatória existente**

| Nº BOMBAS EM PARALELO | CONDIÇÃO | VAZÃO TOTAL (L/s) | VAZÃO UNITÁRIA (L/s) | AMT (m) | RENDIMENTO (%) |       | POTÊNCIA (cv) |
|-----------------------|----------|-------------------|----------------------|---------|----------------|-------|---------------|
|                       |          |                   |                      |         | Bomba          | Motor |               |
| 1                     | Hg max   | 2.140             | 2.140                | 35,21   | 87,50          | 94,00 | 1.221         |
|                       | Hg min   | 2.355             | 2.355                | 31,61   | 86,80          | 94,00 | 1.216         |
| 2                     | Hg max   | 4.252             | 2.126                | 35,43   | 87,60          | 94,00 | 1.220         |
|                       | Hg min   | 4.666             | 2.333                | 31,67   | 86,90          | 94,00 | 1.206         |
| 3                     | Hg max   | 6.378             | 2.126                | 35,43   | 87,50          | 94,00 | 1.221         |
|                       | Hg min   | 6.999             | 2.333                | 32,00   | 86,80          | 94,00 | 1.220         |
| 4                     | Hg max   | 8.296             | 2.074                | 36,20   | 87,60          | 94,00 | 1.216         |
|                       | Hg min   | 9.136             | 2.284                | 32,87   | 87,00          | 94,00 | 1.224         |

Verifica-se que em todas as condições operacionais a potência solicitada ao motor é maior que a potência nominal, o que indica que os motores estão funcionando com sobrecarga. Recentemente, a EMBASA fez a troca de um dos motores de 1.100 CV por 1.300 CV e intenciona trocar os outros três motores nos próximos anos, na medida da disponibilidade de recursos. Nesta condição, tem-se três conjuntos em paralelo, sendo um acionado por motor de 1.300 CV e dois movidos por motor existente de 1.100 CV. Estes, funcionam com sobrecarga de cerca de 11%, com risco de sobreaquecimento e redução da sua vida útil. Para trabalhar com a potência nominal de 1.100 CV, verificou-se que as válvulas borboletas de descarga das bombas com estes motores teriam que trabalhar parcialmente abertas, com ângulo de abertura em torno de 50 graus. Nesta condição, no entanto, quatro bombas em paralelo forneceriam uma vazão de apenas 7.072 L/s.



**Figura 1.22 - Análise de funcionamento das bombas para os rotores existentes de 37,9"**



A troca dos motores de 1.100 CV por outros de 1.300 CV daria condições de as bombas funcionarem com válvula de descarga totalmente abertas, fornecendo vazões entre 6.378 e 6.999 L/s, com três bombas funcionando em paralelo, conforme o sistema operacional previsto, podendo ser atingidas vazões entre 8.296 e 9.136 L/s, com quatro bombas em operação, porém sem reserva.

Verificou-se que as dimensões do motor de 1.300 CV, juntamente com as dimensões da bomba existente são compatíveis com o espaço disponível entre os conjuntos de recalque, com folga de cerca de 1 m.

Também foi analisado o funcionamento da elevatória na hipótese de se trocar os rotores existentes por outros de 38,6", entretanto essa possibilidade foi descartada, pois nesse caso seria necessária a troca dos motores por outros de 1.400 cv, cujas dimensões deixam pouco espaço entre as unidades de recalque, prejudicando a manutenção das mesmas.

A solução proposta para a elevatória existente será a troca dos motores de 1.100 para 1.300 CV, podendo-se recalcar uma vazão média de 6.688 L/s, no sistema 3+1, ou até 8.716 L/s, caso as quatro bombas funcionem simultaneamente, sem reserva. Mesmo nesta última condição de funcionamento, que não constitui prática desejável, a vazão é inferior às vazões de recalque necessárias em início e fim de plano referidas inicialmente, de 9.250 L/s, em 2015, e 11.100 L/s, em 2040.

Portanto, a ampliação imediata da elevatória de água tratada da ETA Principal faz-se necessária. Para atender as vazões de fim de plano, a construção do segundo módulo da estação elevatória, com condições de comportar mais três conjuntos motobombas de características idênticas aos existentes, porém com motores de 1.300 CV, seria suficiente. Antes mesmo da construção das obras, recomendando-se a aquisição prévia de um desses conjuntos para servir como reserva fria da elevatória existente, que poderia então operar no sistema de quatro bombas em paralelo, com possibilidade de substituição de um conjunto, se necessário. Após a conclusão das obras de ampliação, este conjunto seria instalado em uma das bases do módulo ampliado, junto com mais dois conjuntos motobombas a serem adquiridos. Recomenda-se que os motores sejam equipados com conversores de frequência.

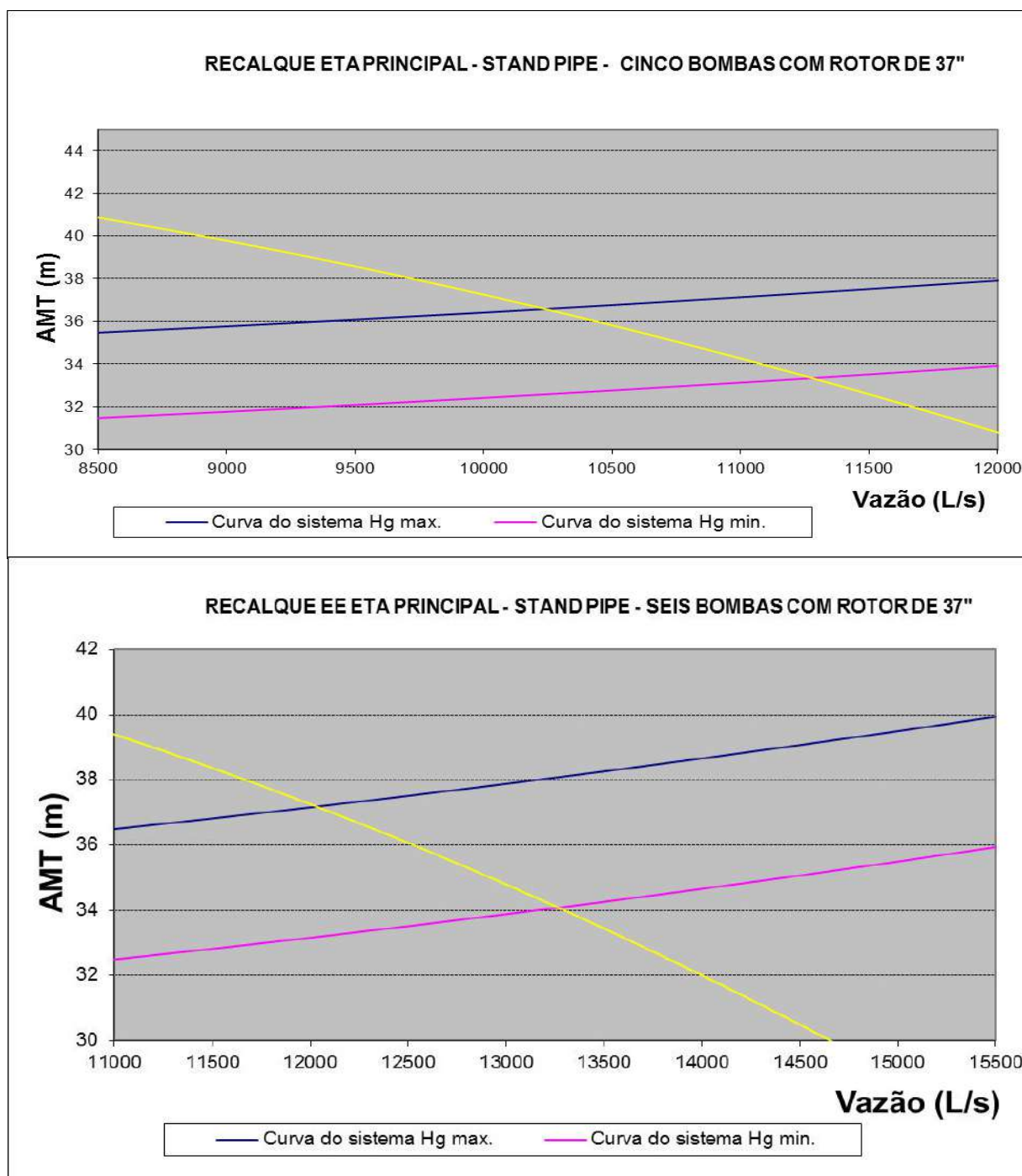
A casa de bombas ampliada teria a mesma largura da existente, sendo seu comprimento prolongado o suficiente para comportar três conjuntos de recalque. A parede externa da atual elevatória seria demolida de modo a ampliar a sala de bombas e aproveitar a ponte rolante do módulo atual, cujos trilhos serão estendidos para permitir que a ponte rolante existente atenda também ao segundo módulo.

A adutora existente poderia ser aproveitada sem que haja necessidade de executar a duplicação da linha existente de 2300 mm de diâmetro. Esta linha suporta a vazão de 11.100 L/s, prevista para o fim de plano, com velocidade de 2,67 m/s, aceitável em vista do pequeno trecho de recalque com este diâmetro, com extensão de 250 m, resultando em pequena perda de carga na adutora. Seria necessário conectar as duas linhas de 2300 mm que saem das duas elevatórias, mediante a inserção de um toco flangeado entre os dois tês existentes na caixa de interligação.

Para atender a vazão prevista em fim de plano, ao todo funcionariam seis bombas em paralelo, ficando uma como reserva. Os cruzamentos das curvas do sistema e das bombas nas diversas condições de funcionamento para atender a vazão de fim de plano, mostrados adiante na **Figura 1.23**, indicaram os seguintes pontos de trabalho:

**Quadro 1.48** - Pontos de trabalho das bombas com ampliação da elevatória para atender a vazão de fim de plano

| Nº BOMBAS EM PARALELO | CONDIÇÃO | VAZÃO TOTAL (L/s) | VAZÃO UNITÁRIA (L/s) | AMT (m) | RENDIMENTO (%) |         | POTÊNCIA (cv) |
|-----------------------|----------|-------------------|----------------------|---------|----------------|---------|---------------|
|                       |          |                   |                      |         | Bomba %        | Motor % |               |
| 5                     | Hg max   | 10.235            | 2.047                | 36,59   | 87,4           | 94,0    | 1.216         |
|                       | Hg min   | 11.275            | 2.255                | 33,36   | 87,0           | 94,0    | 1.226         |
| 6                     | Hg max   | 12.030            | 2.005                | 37,18   | 87,4           | 94,0    | 1.210         |
|                       | Hg min   | 13.260            | 2.210                | 34,09   | 87,3           | 94,0    | 1.224         |



**Figura 1.23** - Análise de funcionamento das bombas existentes, com cinco e seis bombas em operação

Com cinco bombas em paralelo a vazão média da elevatória seria de 10.755 L/s, suficiente para cobrir a demanda da ETA Principal prevista para o ano de 2030. Se considerarmos seis bombas em paralelo a oferta total de água tratada seria de 12.645 L/s, ultrapassando a vazão prevista para fim de plano. Desta forma, inicialmente poderiam ser adquiridas duas das três bombas previstas na nova elevatória, postergando-se a aquisição da terceira bomba.

Tanto em início como em fim de plano foi verificado o NPSH, constatando-se que o NPSH disponível, em qualquer situação operacional, é cerca de 5 m maior que o requerido pela bomba.

Para a consolidar a definição da ampliação da elevatória de água tratada, também se realizou a análise dos estudos de concepção e viabilidade dessa elevatória, constantes do projeto da EMBASA em andamento, contratado com a HITA Engenharia e já referido anteriormente. O relatório de estudos de concepção e viabilidade é o documento disponível no estágio atual de desenvolvimento do projeto.

Por determinação da EMBASA, o projeto deverá contemplar o aumento da capacidade da elevatória para uma vazão em torno de 19 m<sup>3</sup>/s, apesar de a estimativa de demandas no horizonte do projeto (ano 2040) indicar para a elevatória a vazão máxima operacional de 13.879 L/s, na hipótese extrema de paralisação da ETA Bolandeira e atendimento de toda a demanda do SIAA de Salvador e SIAA do Recôncavo por meio da Adutora Principal.

De acordo com os estudos de concepção e viabilidade constantes do projeto da EMBASA, a alternativa escolhida para a ampliação da capacidade da elevatória existente prevê o aproveitamento das quatro bombas existentes, com troca dos rotores tipo G por rotores tipo B, de 44", sendo as bombas acopladas a novos motores, com potência de 1500 cv.

A vazão da elevatória existente seria complementada com a vazão de uma nova elevatória, posicionada no prolongamento da casa de bombas existente, estando prevista a instalação de 3 conjuntos motobombas de modelo idêntico aos das bombas já instaladas, acopladas a motores com potência de 2100 cv.

Na elevatória existente está prevista a substituição dos tubos e válvulas, com diâmetro de 1050 mm, do barrilete de recalque das bombas, por outros com diâmetro de 1200 mm, de modo a evitar velocidades acima de 3 m/s neste trecho.

Foi previsto, também, a implantação de uma segunda linha de recalque até o *stand pipe*, com diâmetro de 2500 mm, que juntamente com a linha existente de 2.300 mm torna possível recalcar uma vazão de até 19,5 m<sup>3</sup>/s.

Na configuração proposta para o projeto da EMBASA, a elevatória possibilitaria a adução das seguintes vazões em fim de plano.

**Quadro 1.49 -** Condição operacional da elevatória de água tratada conforme estudos de concepção do projeto da EMBASA

| CONDIÇÃO OPERACIONAL |      | VAZÃO COM NA MÉDIO (L/s) |
|----------------------|------|--------------------------|
| EE NOVA (2100CV)     | 3 CJ | 10.742                   |
| EE EXIST (1500CV)    | 3 CJ | 7.685                    |
| TOTAIS               |      | 18.427                   |
| EE NOVA (2100CV)     | 2 CJ | 7.231                    |
| EE EXIST (1500CV)    | 4 CJ | 10.268                   |
| TOTAIS               |      | 17.499                   |

Fonte: EMBASA (março 2015)

A respeito das proposições dos estudos de concepção para o projeto em andamento, cabem os seguintes comentários:

- É questionável se o espaço disponível entre os conjuntos motobombas de 1100 CV é suficiente para abrigar os novos conjuntos de 1500 CV propostos para a elevatória existente. Nesse sentido recomenda-se uma consulta formal ao fabricante WEG de motores e ao fabricante FLOWSERVE, das bombas;
- A capacidade de 15.000 kg da ponte rolante existente está aquém do peso de 16.345 kg do conjunto motobomba de 1100 CV, indicando a necessidade de substituição por um equipamento de maior

capacidade, que atenda, também, a movimentação dos conjuntos de 2100 CV da nova elevatória. O aproveitamento da ponte rolante existente torna-se viável desde que a movimentação do equipamento seja feita separadamente para a bomba, o motor e a base do conjunto;

- A tendência de crescimento da população do município de Salvador, responsável por cerca de 90% da demanda do sistema integrado de abastecimento, indica estabilização da população por volta do ano 2040, com crescimento pouco expressivo em relação à população atual, sendo remota a hipótese de necessidade de atendimento, em horizonte previsível, da vazão final prevista no projeto da nova elevatória, de 19,0 m³/s. Entretanto, deve-se considerar que a área contígua à elevatória existente é limitada, sendo conveniente conceber a nova elevatória com a possibilidade de atingir maiores vazões do que as previstas no horizonte do presente Plano.

Com base no exposto, as intervenções consideradas para aumento da capacidade da elevatória de água tratada serão as seguintes:

- Para a elevatória existente, a proposta do presente Plano consiste na substituição dos motores de 1.100 CV por outros de 1.300 CV, ficando esta unidade capaz de recalcar vazões médias de até 8.716 L/s, correspondente à condição de funcionamento com quatro bombas em paralelo, mostrada anteriormente no **Quadro 1.47**;
- Para a nova elevatória, considerando a exiguidade de áreas no seu entorno para ampliações posteriores à sua implantação, será adotada a concepção prevista no relatório de estudos de concepção e viabilidade constante do projeto da EMBASA em andamento, prevendo o uso de motores de 2.100 CV, que possibilitam o recalque de maiores vazões. Entretanto, para atender as vazões previstas no horizonte do presente Plano duas bombas serão suficientes, admitindo-se que a casa de bombas será construída para a configuração final prevista nos estudos de concepção do projeto da EMBASA, com três bombas, sendo instaladas de imediato apenas duas bombas.

Assim, no período de alcance do Plano seriam seis bombas (**Figura 1.24**), duas bombas com motores de 2.100 CV e quatro bombas com motores de 1.300 CV. Conforme mostrado no quadro a seguir, para atender as vazões de fim de plano a elevatória poderá operar com quatro bombas, mantendo-se duas bombas com motores de 1.300 CV de reserva, ou com cinco bombas, mantendo-se uma bomba com motor de 2.100 CV de reserva. Em ambos os casos, obtém-se uma vazão total superior à capacidade requerida de 11.100 L/s.

**Quadro 1.50** - Sistema operacional da elevatória de água tratada adotada no presente Plano

| CONDIÇÃO OPERACIONAL |                                 | VAZÃO COM NA MÉDIO (L/s) |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------|
| EE NOVA (2100CV)     | 2 CJ EM OPERAÇÃO                | 7.231                    |
| EE EXIST (1300CV)    | 2 CJ EM OPERAÇÃO + 2CJ RESERVA  | 4.459                    |
| TOTAIS               |                                 | 11.690                   |
| EE NOVA (2100CV)     | 1 CJ EM OPERAÇÃO + 1 CJ RESERVA | 2.673                    |
| EE EXIST (1300CV)    | 4 CJ EM OPERAÇÃO                | 8.716                    |
| TOTAIS               |                                 | 11.389                   |

#### • Estimativa de custo da ampliação da elevatória de água tratada

O estudo de concepção e viabilidade da Estação Elevatória de Água Tratada da ETA Principal, constante do projeto da EMBASA em andamento, apresenta a estimativa dos custos de investimentos para ampliação da EEAT.



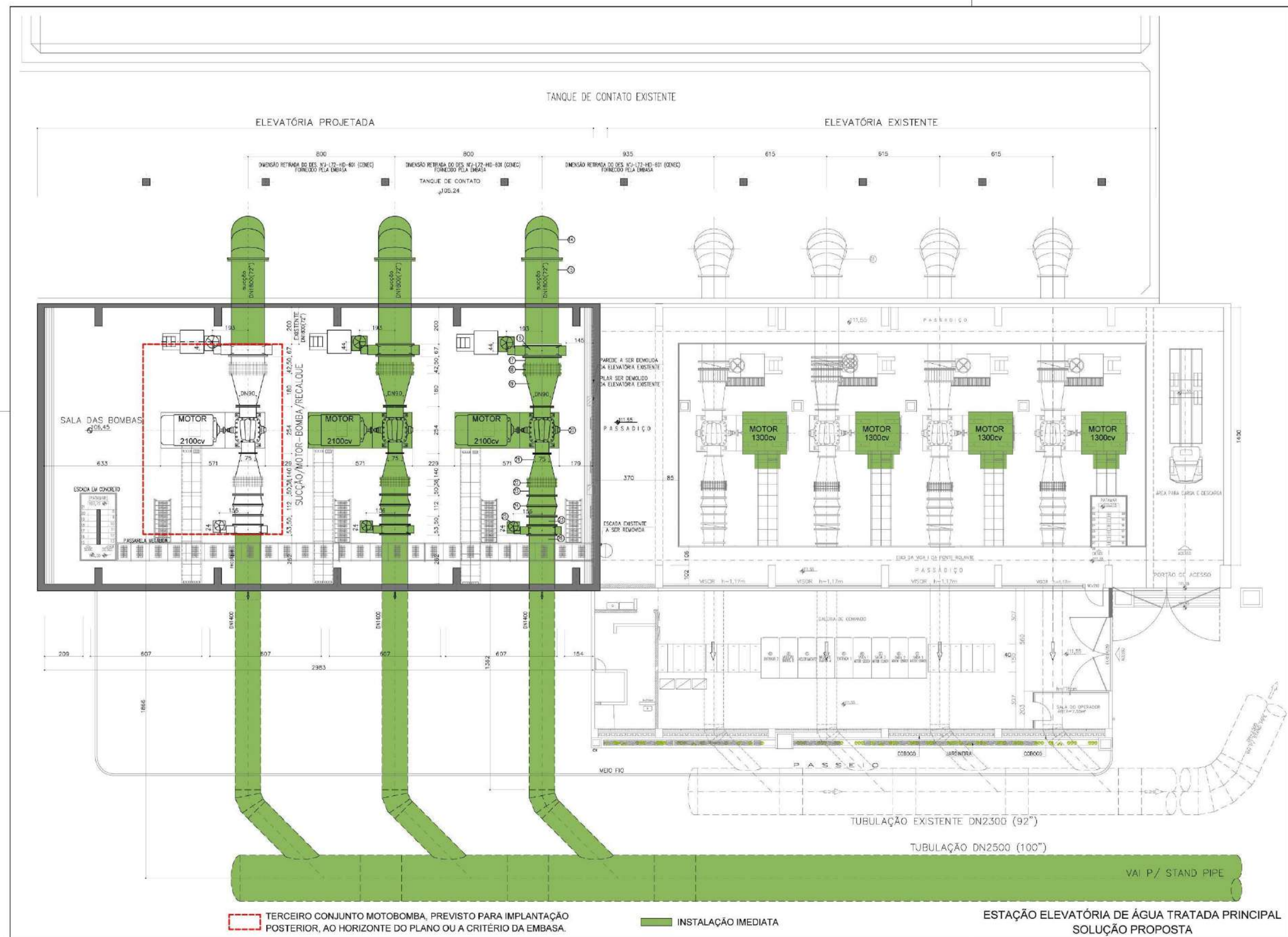


Figura 1.24 - Solução proposta para ampliação da elevatória existente

Tomando-se como referência esses custos, e considerando as alterações previstas no presente Plano, apresenta-se no **Quadro 1.51** a previsão de investimento para a ampliação da elevatória de água tratada. Para a nova elevatória, os custos previstos baseiam-se na estimativa dos estudos existentes, com arredondamento na casa do milhar. Para a elevatória existente os custos previstos foram ajustados considerando que os três motores de 1.100 CV existentes serão substituídos por outros de 1.300 CV, prevendo-se ainda a recuperação das bombas existentes.

**Quadro 1.51 - Custos de ampliação da elevatória de água tratada previstos no presente Plano**

| UNIDADES                                                                                 | QUANTIDADE | UNIDADE | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$)    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------|----------------------|----------------------|
| <b>1. Estação Elevatória Existente (imediata)</b>                                        |            |         |                      |                      |
| Recuperação das bombas existentes                                                        | 4          | un.     | 300.000,00           | 1.200.000,00         |
| Aquisição de motores de 1.300 CV                                                         | 3          | un.     | 2.300.000,00         | 6.900.000,00         |
| Sistema Elétrico da EEAT Existente (painel de comando), conforme Apêndice 2, item 2.1.13 |            | verba   |                      | 300.000,00           |
| Total item 1                                                                             |            |         |                      | 8.400.000,00         |
| <b>2. Estação Elevatória Nova (ano 2020)</b>                                             |            |         |                      |                      |
| Caixas/assentamento e transporte de tubos                                                |            | verba   |                      | 17.000,00            |
| Serviços preliminares/cadastro                                                           |            | verba   |                      | 10.000,00            |
| Vias/Acessos/Mov.Terra                                                                   |            | verba   |                      | 73.000,00            |
| Concreto Estrutural                                                                      |            | verba   |                      | 1.500.000,00         |
| Caixas/assentamento e transporte de tubos                                                |            | verba   |                      | 30.000,00            |
| Construção Civil/Acabamentos                                                             |            | verba   |                      | 320.000,00           |
| Conjunto motobomba novo e motor de 2100 CV                                               | 2          | un.     | 2.240.000,00         | 4.480.000,00         |
| Barriletes novos                                                                         |            | verba   |                      | 4.800.000,00         |
| Sistema Elétrico da EEAT Nova (subestação e painel de comando), Apêndice 2, item 2.1.13  |            | verba   |                      | 6.340.000,00         |
| Ponte rolante fornecimento e instalação                                                  |            | verba   |                      | 170.000,00           |
| Total item 2                                                                             |            |         |                      | 17.740.000,00        |
| <b>3. Linha de recalque, Aço DN 2500 mm (ano 2020)</b>                                   | 250        | m       | 14.294,09            | 3.574.000,00         |
| <b>4. Valor presente item 2 + item 3</b>                                                 |            |         |                      | 12.094.136,00        |
| <b>Total em valor presente (1 + 4)</b>                                                   |            |         |                      | <b>20.494.136,00</b> |

A ampliação da elevatória de água tratada da ETA Principal será idêntica em todas as alternativas consideradas, com o mesmo custo de implantação e operação.

#### **f) Resumo dos custos da alternativa A**

O **Quadro 1.52** sintetiza os custos da alternativa A, incluindo investimentos e os custos operacionais eleitos para fins de comparação das alternativas.

**Quadro 1.52 - Resumo dos custos da Alternativa A**

| INTERVENÇÃO  | DESCRIÇÃO                                                            | CUSTO EM VALOR PRESENTE (R\$) |                       |                       |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|              |                                                                      | Investimentos                 | Operacionais          | Total                 |
| 1            | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                           | 121.384.523,86                | 195.589.907,55        | 316.974.431,41        |
| 2            | Inserção de <i>booster</i> na Adutora de Pedra do Cavalo (1.500 L/s) | 26.330.308,39                 | 209.000.548,49        | 235.330.856,88        |
| 3            | Poços no Aquífero São Sebastião (507 L/s)                            | 9.698.425,55                  | 4.035.396,02          | 13.733.821,57         |
| 4            | Ampliação da ETA Principal                                           | 104.654.568,30                |                       | 104.654.568,30        |
| 5            | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal             | 20.494.136,00                 |                       | 20.494.136,00         |
| <b>TOTAL</b> |                                                                      | <b>282.561.962,09</b>         | <b>408.625.852,07</b> | <b>691.187.814,16</b> |

**Nota:** mês de referência da estimativa de custo – Julho 2014

### 1.1.3.2 Alternativa B

A **Alternativa B** consiste de três aproveitamentos para compensar o déficit de disponibilidade hídrica, estimado em 4,56 m³/s para fim de plano. Estas intervenções, em ordem cronológica de implantação, são as seguintes:

- a) Implantação imediata de nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II, para incrementar a oferta existente em 2,55 m³/s, a partir de 2018;
- b) Duplicação parcial da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo, com 17 km de tubulação DN 2000 em paralelo à linha existente, adicionando uma vazão de 1,5 m³/s no sistema adutor, a partir de 2020;
- c) Exploração de poços no aquífero São Sebastião, para ofertar até 0,51 m³/s, a partir de 2030.

A única diferença da **Alternativa B** em relação à **Alternativa A** reside na intervenção “b”, sendo o *booster* previsto na **Alternativa A** substituído por duplicação parcial desta adutora, com 17 km de tubulação DN 2000 em paralelo à linha existente.

Tal como o *booster*, a duplicação parcial da adutora de gravidade de Pedra do Cavalo adicionará a vazão de 1,5 m³/s, a partir de 2020. Assim, o balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e das estações de tratamento, apresentado no **Quadro 1.53**, é semelhante ao já descrito para a **Alternativa A**.

A **Figura 1.25** mostra o esquema geral da **Alternativa B**, com a previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040.

#### CARACTERIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS NA ALTERNATIVA B

##### **a) Aproveitamento do volume disponível na represa de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m**

Esta intervenção é idêntica à correspondente da **Alternativa A**, já descrita, com mesmas dimensões e custos.

##### **b) Duplicação parcial da adutora de gravidade de Pedra do Cavalo para adicionar a vazão de 1,5 m³/s**

A seguir apresenta-se o cálculo do comprimento do trecho a ser duplicado da adutora de gravidade de Pedra do Cavalo, para se obter o acréscimo de 1,5 m³/s.

Dados da Adutora:

- Cota do N.A. no fim do canal = 185,70 m
- Cota do N.A. na chegada na ETA Principal = 122,60 m
- Carga hidráulica disponível = 185,70 – 122,60 = 63,10 m
- Extensão da Adutora = 41.350 m
- Vazão ampliada da Adutora = 8,5 m³/s
- Diâmetro do 1º. Trecho (não duplicado) = 2 m
- Diâmetro do 2º. Trecho (duplicado) = 2 x 2 m
- Extensão do trecho duplicado = L
- Extensão do trecho não duplicado = 41.350 - L
- Velocidade da água no 1º. Trecho = 2,71 m/s
- Velocidade da água no 2º. Trecho = 1,35 m/s

**Quadro 1.53 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa B**

| Ano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s                                                                                                                 |                                                                               |                                                   |                                             |                                                                             |                                                             |                                                        |                                                                             |                                                         |                                                  |                                       | RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS<br>(VAZÕES COM GARANTIA DE 100%) |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Demandas a serem<br>atendidas pela ETA<br>Bolandeira                                                                                                             | Mananciais                                                                    |                                                   |                                             |                                                                             |                                                             |                                                        |                                                                             |                                                         |                                                  |                                       |                                                                      |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  | Ipitanga I + Ipitanga II                                                      |                                                   |                                             |                                                                             |                                                             | Joanes I + Joanes II                                   |                                                                             |                                                         |                                                  |                                       |                                                                      |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  | Q <sub>reg.100%</sub><br>(Ipit.I + Ipit.II)                                   | Retiradas                                         |                                             | Vazões<br>médias na<br>adutora<br>Ipitanga I -<br>Bolandeira                | Q <sub>reg.100%</sub> em<br>Joanes I                        | Vazão de<br>restituição<br>em Joanes<br>I              | Vazões Médias na<br>Adutora Joanes I - Bolandeira                           |                                                         |                                                  |                                       |                                                                      |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |                                                                               | Vazões<br>industriais<br>(Gerdau e<br>Norsa)      | Vazão de<br>restituição<br>em Ipitanga<br>I |                                                                             |                                                             |                                                        | Disponível<br>em Joanes I                                                   | Importada de<br>Joanes II                               | Total                                            |                                       |                                                                      |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
| (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | (2)                                                                                                                                                              | (3)                                                                           | (4)                                               | (5)=(2)-(3)-(4)                             | (6)                                                                         | (7)                                                         | (8)=(6)-(7)                                            | (9)=(1)-(5)-(8)                                                             | (10)=(8)+(9)                                            | Reservatório                                     | NA <sub>min.</sub><br>Operacional (m) | Q <sub>reg.100%</sub><br>(m³/s)                                      | Vazão de Restituição<br>em Regime Normal<br>(m³/s) |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3.537                                                                                                                                                            | 400                                                                           | 80                                                | 40                                          | 280                                                                         | 600                                                         | 210                                                    | 390                                                                         | 2.867                                                   | 3.257                                            | Santa Helena                          | 17,00                                                                | 4,05                                               | 1,99                                                  |                                                                                       |                                                                                                                                    |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3.537                                                                                                                                                            | 400                                                                           | 150                                               | 40                                          | 210                                                                         | 600                                                         | 210                                                    | 390                                                                         | 2.937                                                   | 3.327                                            |                                       | 10,00                                                                | 6,6                                                |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3.537                                                                                                                                                            | 400                                                                           | 150                                               | 40                                          | 210                                                                         | 600                                                         | 210                                                    | 390                                                                         | 2.937                                                   | 3.327                                            | Joanes I                              | 14,50                                                                | 0,6                                                | 0,21                                                  |                                                                                       |                                                                                                                                    |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3.537                                                                                                                                                            | 400                                                                           | 150                                               | 40                                          | 210                                                                         | 600                                                         | 210                                                    | 390                                                                         | 2.937                                                   | 3.327                                            | Joanes II                             | 24,90                                                                | 1,82                                               | 0,63                                                  |                                                                                       |                                                                                                                                    |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3.537                                                                                                                                                            | 400                                                                           | 150                                               | 40                                          | 210                                                                         | 600                                                         | 210                                                    | 390                                                                         | 2.937                                                   | 3.327                                            | Ipitanga I                            | 23,00                                                                | 0,13                                               | 0,04                                                  |                                                                                       |                                                                                                                                    |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3.537                                                                                                                                                            | 400                                                                           | 150                                               | 40                                          | 210                                                                         | 600                                                         | 210                                                    | 390                                                                         | 2.937                                                   | 3.327                                            | Ipitanga II                           | 48,43                                                                | 0,27                                               | 0,09                                                  |                                                                                       |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |                                                                               |                                                   |                                             |                                                                             |                                                             |                                                        |                                                                             |                                                         |                                                  |                                       |                                                                      |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
| Ano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s                                                                                                                  |                                                                               |                                                   |                                             |                                                                             |                                                             |                                                        |                                                                             |                                                         |                                                  |                                       |                                                                      |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Soma das demandas<br>previstas na ETA<br>Principal<br>(mananciais<br>superficiais) e no<br>reservatório de água<br>tratada da ETA<br>(aquífero São<br>Sebastião) | Mananciais de Superfície                                                      |                                                   |                                             |                                                                             |                                                             |                                                        |                                                                             |                                                         |                                                  |                                       |                                                                      |                                                    |                                                       | Vazões<br>Afluentes à<br>ETA Principal<br>oriundas dos<br>Mananciais de<br>Superfície | Vazões extraídas do<br>Aqüífero São<br>Sebastião a serem<br>encaminhadas ao<br>reservatório de água<br>tratada da ETA<br>Principal |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  | Pedra do Cavalo                                                               |                                                   |                                             | Represa Joanes II                                                           |                                                             |                                                        |                                                                             |                                                         | Represa Santa Helena                             |                                       |                                                                      |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  | Vazão<br>operacional<br>(adutora<br>existente, com<br>duplicação de<br>17 Km) | Vazões<br>derivadas<br>da adutora<br>(Ver Nota 1) | Vazões<br>afluentes a<br>ETA<br>Principal   | Q <sub>reg.100%</sub>                                                       | Retiradas                                                   |                                                        |                                                                             | Retiradas                                               |                                                  |                                       | Cota 10,0 m                                                          |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |                                                                               |                                                   |                                             |                                                                             | Vazões Médias<br>na adutora<br>Joanes II - ETA<br>Principal | Restituição<br>para<br>Joanes I<br>(ETA<br>Bolandeira) | Total                                                                       | Vazões Médias na<br>adutora Santa<br>Helena - Joanes II | Vazões<br>para<br>Braskem /<br>Polo<br>Logístico | Vazão de<br>restituição               | Total                                                                | Q <sub>reg.100%</sub>                              | Disponibilidade<br>remanescente<br>em Santa<br>Helena |                                                                                       |                                                                                                                                    |
| (11)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | (12)<br>SE(11+13-<br>16)<8500<br>V:(12)=(11+13-16)<br>F:(12)=8500                                                                                                | (13)                                                                          | (14)=(12)-(13)                                    | (15)                                        | (16)<br>SE(11)-(14)<2093<br>V: (16)=(11)-(14)<br>F: (16)=2093<br>Ver Nota 2 | (17)=(9)                                                    | (18)=(16)+(17)                                         | (19)<br>SE(18)-(15)<3210<br>V: (19)=(18)-(15)<br>F: (19)=3210<br>Ver Nota 3 | (20)                                                    | (21)                                             | (22)=(19)+(20)+<br>(21)               | (23)                                                                 | (24)=(23)-(22)                                     | (25)=(14)+(16)                                        | (26)=(11)-(25)                                                                        |                                                                                                                                    |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7.708                                                                                                                                                            | 7.000                                                                         | 1.250                                             | 5.750                                       | 1.820                                                                       | 1.957                                                       | 2.867                                                  | 4.824                                                                       | 3.004                                                   | 770                                              | 1.990                                 | 5.764                                                                | 6.600                                              | 836                                                   | 7.708                                                                                 | 0                                                                                                                                  |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8.153                                                                                                                                                            | 7.852                                                                         | 1.792                                             | 6.060                                       | 1.820                                                                       | 2.093                                                       | 2.937                                                  | 5.030                                                                       | 3.210                                                   | 1.400                                            | 1.990                                 | 6.600                                                                | 6.600                                              | 0                                                     | 8.153                                                                                 | 0                                                                                                                                  |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8.517                                                                                                                                                            | 8.228                                                                         | 1.804                                             | 6.424                                       | 1.820                                                                       | 2.093                                                       | 2.937                                                  | 5.030                                                                       | 3.210                                                   | 1.400                                            | 1.990                                 | 6.600                                                                | 6.600                                              | 0                                                     | 8.517                                                                                 | 0                                                                                                                                  |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8.799                                                                                                                                                            | 8.500                                                                         | 1.825                                             | 6.675                                       | 1.820                                                                       | 2.093                                                       | 2.937                                                  | 5.030                                                                       | 3.210                                                   | 1.400                                            | 1.990                                 | 6.600                                                                | 6.600                                              | 0                                                     | 8.768                                                                                 | 31                                                                                                                                 |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 9.029                                                                                                                                                            | 8.500                                                                         | 1.843                                             | 6.657                                       | 1.820                                                                       | 2.093                                                       | 2.937                                                  | 5.030                                                                       | 3.210                                                   | 1.400                                            | 1.990                                 | 6.600                                                                | 6.600                                              | 0                                                     | 8.750                                                                                 | 279                                                                                                                                |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 9.239                                                                                                                                                            | 8.500                                                                         | 1.861                                             | 6.639                                       | 1.820                                                                       | 2.093                                                       | 2.937                                                  | 5.030                                                                       | 3.210                                                   | 1.400                                            | 1.990                                 | 6.600                                                                | 6.600                                              | 0                                                     | 8.732                                                                                 | 507                                                                                                                                |
| Notas: (1) Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Grafftech, Outras); RLAM.<br>(2) Fórmula válida até atingir a vazão limite de 2.093 L/s, correspondente à vazão máxima que pode ser retirada para a ETA Principal, em conformidade com demais usos e disponibilidades das represas Joanes I e Santa Helena (3.210+1.820-2.937=2.093).<br>(3) Fórmula válida até atingir a vazão limite de 3.210 L/s, correspondente à vazão máxima que pode ser retirada para Joanes II, em conformidade com demais usos e disponibilidade da represa de Santa Helena (6.600-1.990-1.400=3.210). |                                                                                                                                                                  |                                                                               |                                                   |                                             |                                                                             |                                                             |                                                        |                                                                             |                                                         |                                                  |                                       |                                                                      |                                                    |                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                    |



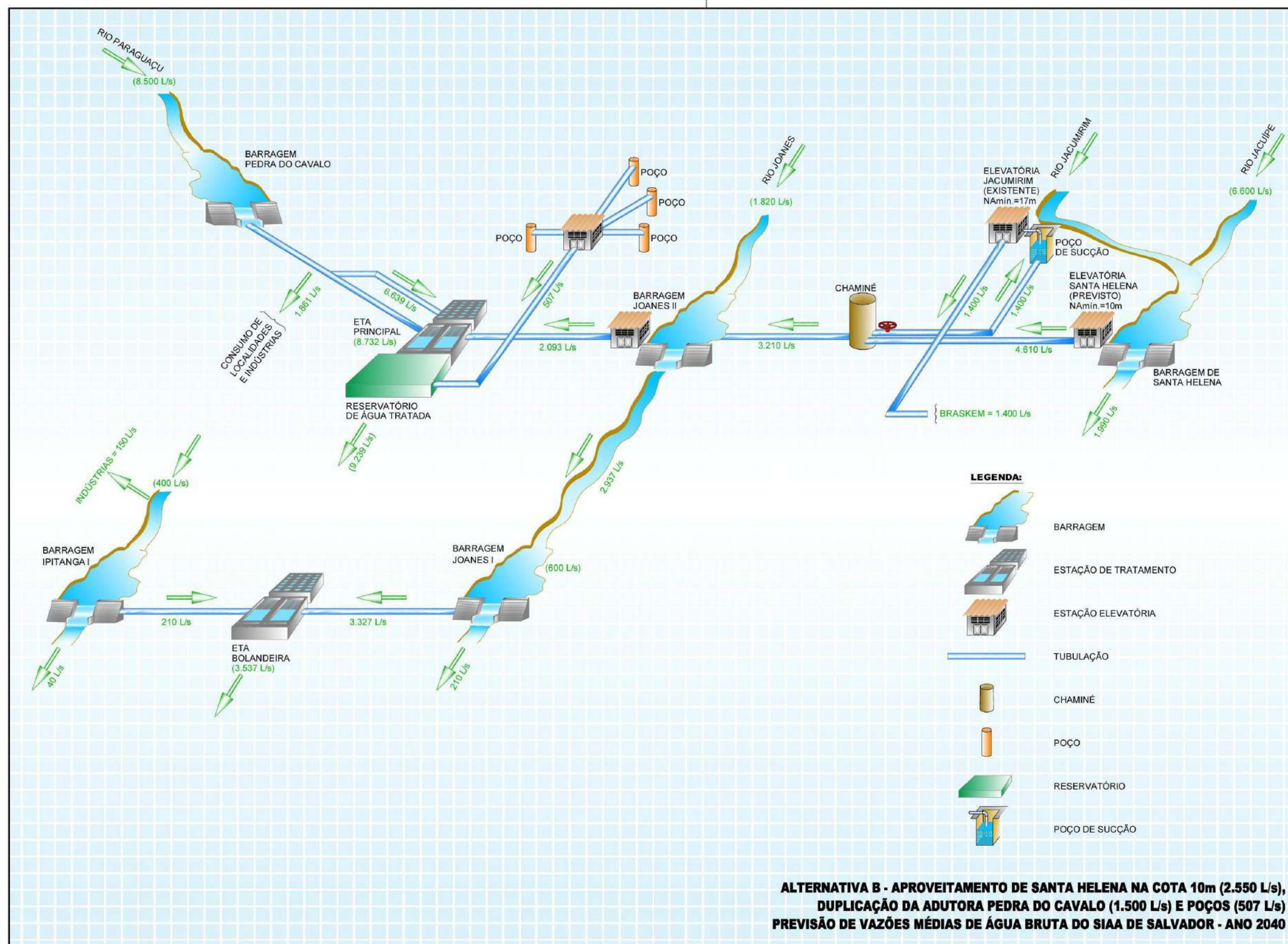


Figura 1.25 - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa B

- Coeficiente de perda de carga no 1º. Trecho = 0,0118
- Coeficiente de perda de carga no 2º. Trecho = 0,0120

A soma das perdas de carga no 1º. e 2º. trechos deve igualar a carga total disponível de 63,1 m.

$$0,0118 \times (41.350 - L) \times 2,71^2 / 19,6 + 0,012 \times L / 2 \times 1,35^2 / 19,6 = 63,1$$

- Extensão encontrada para o trecho duplicado =  $L = 17.130$  m

O aumento de vazão da adutora por gravidade requer um aumento de vazão na elevatória de água bruta para compensar o intervalo de três horas diárias de não funcionamento dessa elevatória durante o período de ponta do consumo de energia. A vazão na elevatória passaria a ser de  $8,50 \times 24 / 21 = 9,71 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Conforme mostrado anteriormente na **Figura 1.17**, essa vazão ampliada poderia ser fornecida pela associação de 4 bombas EBARA com 3 bombas FLOWSERVE (16 LN 35), e mais 3 dessas últimas bombas a serem adquiridas, ficando uma delas como reserva de cada bomba FLOWSERVE, e duas dessas bombas como reserva de cada bomba EBARA. A potência útil do recalque será de  $4 \times 5.000 + 4 \times 2.100 = 28.400 \text{ cv}$  e a potência total será de  $4 \times 5.000 + 6 \times 2.100 = 32.600 \text{ cv}$ .

Cálculo do tempo de funcionamento do bombeamento no horário de ponta:

- Vazão de bombeamento.....  $9,71 \text{ m}^3/\text{s}$
- Volume armazenado no canal.....  $97.000 \text{ m}^3$
- Vazão na adutora por gravidade.....  $8,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Tempo de esvaziamento do canal =  $97000 / (8,5 \times 3600) =$  .....  $3,17 \text{ h}$
- Tempo de enchimento do canal =  $97000 / (9,71 - 8,50) / 3600 =$  .....  $22,27 \text{ h}$
- Horário fora de ponta .....  $21 \text{ h} / \text{dia}$
- Tempo de funcionamento das bombas no horário de ponta =  $22,27 - 21 =$  .....  $1,27 \text{ h}$

Portanto, a elevatória de captação de Pedra do Cavalo funcionará durante 22,27 h por dia, sendo 21 horas em horário fora de ponta e 1,27 h em horário de ponta.

Na situação atual a vazão recalcada é de  $7,0 \times 24 / 21 = 8,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , correspondente ao funcionamento de 4 bombas EBARA, com 2 bombas FLOWSERVE de reserva. A potência útil é de  $4 \times 5.000 = 20.000 \text{ cv}$  e a potência total  $4 \times 5.000 + 2 \times 2.100 = 24.200 \text{ cv}$ . As bombas funcionam 21 h em horário fora de ponta.

Logo, a potência incremental para atender o aumento da vazão nominal da elevatória de captação, de 8,0 para  $9,71 \text{ m}^3/\text{s}$ , considerando a nova configuração proposta referida anteriormente e a atual, será:

- Horário fora de ponta (21 h):
  - Potência incremental útil =  $26.300 - 20.000 = 6.300 \text{ cv}$
  - Potência incremental total =  $32.600 - 24.200 = 8.400 \text{ cv}$
- Horário de ponta (1,27 h):
  - Potência incremental útil =  $26.300 - 0 = 26.300 \text{ cv}$
  - Potência incremental total =  $32.600 - 0 = 32.600 \text{ cv}$

Observa-se que na condição de funcionamento em horário de ponta (1,27 h), a potência incremental assume os valores plenos de potência da elevatória, pois na condição atual a elevatória de captação não funciona em horário de ponta.



- Custos da Duplicação Parcial da Adutora por Gravidade**

O custo da duplicação parcial (17.130 m) da adutora por gravidade, cuja implantação da obra é prevista para o ano 2020, compõe-se das parcelas indicadas no **Quadro 1.52** apresentado a seguir.

**Quadro 1.54** - Estimativa de custo da duplicação parcial (17.130 m) da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo – Alternativa B

| ITEM                                          | DESCRIÇÃO                                                                                                                                           | UNID. | QUANT. | PREÇO UNITÁRIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$)     |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|----------------------|-----------------------|
| 1                                             | Fornecimento e assentamento de tubulação de aço DN 2.000                                                                                            | m     | 17.130 | 12.187,19            | 208.766.564,70        |
| 2                                             | Recuperação das bombas EBARA existentes                                                                                                             | un.   | 4      | 300.000,00           | 1.200.000,00          |
| 3                                             | Conjunto motobomba FLOWSERVE modelo 16 LN 35, motor 2100 cv                                                                                         | un.   | 4      | 3.900.000,00         | 15.600.000,00         |
| 4                                             | Sistema Elétrico da ampliação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo (subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 2, item 2.1.13</b> | Verba |        |                      | 9.500.000,00          |
| 5                                             | Total dos investimentos em 2020                                                                                                                     |       |        |                      | 235.066.564,70        |
| 6                                             | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                                              |       |        |                      | 133.383.081,69        |
| <b>Custos de Operação, em valor presente:</b> |                                                                                                                                                     |       |        |                      |                       |
| 7                                             | Custo incremental de energia e manutenção na elevatória da captação de Pedra do Cavalo ( <b>Quadro 1.55</b> )                                       |       |        |                      | 58.244.203,17         |
| 8                                             | Custo de produtos químicos usados no tratamento da água ( <b>Quadro 1.56</b> )                                                                      |       |        |                      | 121.544.593,54        |
| 9                                             | Total dos custos operacionais                                                                                                                       |       |        |                      | 179.788.796,71        |
| <b>TOTAL EM VALOR PRESENTE (6 + 9)</b>        |                                                                                                                                                     |       |        |                      | <b>313.171.878,41</b> |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)

O custo do fornecimento e assentamento da tubulação foi estimado conforme apresentado a seguir, a partir do critério de custo para tubulações de aço constante do **Apêndice 3, item 2.2**.

- Extensão encontrada para o trecho a ser duplicado:  $L = 17.130 \text{ m}$
- Custo de fornecimento e assentamento de tubo de aço DN 2000 (**Apêndice 3, Quadro 4**) = R\$ 12.187,19 / m
- Custo da duplicação parcial (17.130 m) =  $17.130 \text{ m} \times 12.187,19 \text{ R\$ / m} = \text{R\$ } 208.766.564,70$

O custo incremental de energia na elevatória de captação do sistema adutor Pedra do Cavalo corresponde ao aumento da vazão na elevatória, de 8,0 m³/s para 9,71 m³/s, requerendo o seu funcionamento durante 22,27 horas por dia, sendo 21 horas em horário fora de ponta e 1,27 horas em horário de ponta, conforme o **Quadro 1.55**.

O **Quadro 1.56** subsequente mostra o custo de produtos químicos consumidos pelo tratamento na ETA Principal para a vazão de água bruta proveniente de Pedra do Cavalo.

**Quadro 1.55 - Custo do acréscimo de energia, do pessoal de operação e de manutenção dos novos investimentos no sistema adutor de Pedra do Cavalo**

Vazão nominal = 9.710 L/s

Taxa anual de Juros = 12%

Acréscimo de potência útil (fora de ponta) = 6.300 cv

Acréscimo de potência total (fora de ponta) = 8.400 cv

Acréscimo de potência útil (na ponta) = 26.300 cv

Acréscimo de potência total (na ponta) = 32.600 cv

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

Demanda NP = 44,8676 R\$/kW/mês

Consumo NP = 0,2710 R\$/kWh

Custo de investimento na elevatória de captação = R\$ 26.300.000,00

Custo de investimento na adutora de gravidade = R\$ 208.766.564,70

| ANO          | VAZÕES<br>NA<br>ADUTORA<br>POR<br>GRAVIDA-<br>DE (L/s) | CUSTO DE ENERGIA                  |                                 |                              |                              | CUSTO DE<br>PESSOAL<br>DE<br>OPERA-<br>ÇÃO (R\$) | CUSTO DE<br>MANUTEN-<br>ÇÃO (R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------|
|              |                                                        | FUNC.<br>FORA<br>PONTA<br>(H/DIA) | FUNC.<br>NA<br>PONTA<br>(H/DIA) | CUSTO DA<br>DEMANDA<br>(R\$) | CUSTO DO<br>CONSUMO<br>(R\$) |                                                  |                                   | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE    |
| 2015         | 0                                                      | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                       | 0,00                              | 493.376,93        | 493.376,93           |
| 2016         | 0                                                      | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                       | 0,00                              | 493.376,93        | 440.515,12           |
| 2017         | 0                                                      | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                       | 0,00                              | 493.376,93        | 393.317,07           |
| 2018         | 0                                                      | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                       | 0,00                              | 493.376,93        | 351.175,95           |
| 2019         | 0                                                      | 0,00                              | 0,00                            | 0,00                         | 0,00                         | 493.376,93                                       | 0,00                              | 493.376,93        | 313.549,96           |
| 2020         | 7.852                                                  | 19,41                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.619.965,36                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 10.667.573,91     | 6.053.067,92         |
| 2021         | 7.926                                                  | 19,59                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.672.853,96                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 10.720.462,51     | 5.431.319,94         |
| 2022         | 8.000                                                  | 19,77                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.726.240,28                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 10.773.848,83     | 4.873.542,07         |
| 2023         | 8.076                                                  | 19,96                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.780.129,02                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 10.827.737,57     | 4.373.141,60         |
| 2024         | 8.152                                                  | 20,15                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.834.524,89                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 10.882.133,44     | 3.924.206,41         |
| 2025         | 8.228                                                  | 20,34                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.889.432,67                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 10.937.041,22     | 3.521.434,56         |
| 2026         | 8.282                                                  | 20,47                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.927.795,38                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 10.975.403,93     | 3.155.166,36         |
| 2027         | 8.336                                                  | 20,60                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 5.966.407,98                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 11.014.016,53     | 2.827.023,72         |
| 2028         | 8.390                                                  | 20,74                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 6.005.272,09                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 11.052.880,64     | 2.533.034,97         |
| 2029         | 8.445                                                  | 20,87                             | 0,00                            | 1.151.565,97                 | 6.044.389,36                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 11.091.997,91     | 2.269.642,53         |
| 2030         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 2.600.016,27         |
| 2031         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 2.321.443,10         |
| 2032         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 2.072.717,05         |
| 2033         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 1.850.640,22         |
| 2034         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 1.652.357,34         |
| 2035         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 1.475.319,06         |
| 2036         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 1.317.249,16         |
| 2037         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 1.176.115,32         |
| 2038         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 1.050.102,96         |
| 2039         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 937.591,93           |
| 2040         | 8.500                                                  | 21,00                             | 1,27                            | 1.822.599,13                 | 8.512.718,32                 | 493.376,93                                       | 3.402.665,65                      | 14.231.360,02     | 837.135,65           |
| <b>TOTAL</b> |                                                        |                                   |                                 |                              |                              |                                                  |                                   |                   | <b>58.244.203,17</b> |

Notas:

- Incremento da potência da elevatória de captação a partir de 2020
- Vazão na adutora por gravidade de Pedra do Cavalo = 8.500 L/s
- Vazão nominal = vazão de bombeamento para o canal = 9.710 L/s
- Funcionamento da elevatória de captação: 21 h fora de ponta e 1,27 h na ponta
- Custo de pessoal de operação da elevatória, conforme **Apêndice 3, item 2.2.**
- Custo de manutenção: 5% do custo de investimento em bombas e 1% para adutora, conforme **Apêndice 3, item 2.2.**



**Quadro 1.56 - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água na ETA Principal**

| ANO   | ETA PRINCIPAL                             |                                          | CUSTO DE PRODUTOS QUIMICOS (R\$) |                |
|-------|-------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
|       | VAZÃO FORNECIDA POR PEDRA DO CAVALO (L/s) | TRATAMENTO COMPLETO - CUSTO POR m³ (R\$) | TOTAL                            | VALOR PRESENTE |
| 2015  | 5.750                                     | 0,0708647                                | 12.850.210,98                    | 12.850.210,98  |
| 2016  | 5.811                                     | 0,0708647                                | 12.985.724,38                    | 11.594.396,77  |
| 2017  | 5.872                                     | 0,0708647                                | 13.122.666,85                    | 10.461.309,67  |
| 2018  | 5.934                                     | 0,0708647                                | 13.261.053,47                    | 9.438.955,92   |
| 2019  | 5.996                                     | 0,0708647                                | 13.400.899,46                    | 8.516.513,87   |
| 2020  | 6.060                                     | 0,0708647                                | 13.542.220,21                    | 7.684.219,43   |
| 2021  | 6.131                                     | 0,0708647                                | 13.701.450,15                    | 6.941.581,05   |
| 2022  | 6.203                                     | 0,0708647                                | 13.862.552,33                    | 6.270.714,67   |
| 2023  | 6.276                                     | 0,0708647                                | 14.025.548,76                    | 5.664.683,91   |
| 2024  | 6.350                                     | 0,0708647                                | 14.190.461,70                    | 5.117.222,75   |
| 2025  | 6.424                                     | 0,0708647                                | 14.357.313,69                    | 4.622.670,76   |
| 2026  | 6.474                                     | 0,0708647                                | 14.467.463,95                    | 4.159.050,17   |
| 2027  | 6.523                                     | 0,0708647                                | 14.578.459,28                    | 3.741.927,39   |
| 2028  | 6.573                                     | 0,0708647                                | 14.690.306,18                    | 3.366.639,02   |
| 2029  | 6.624                                     | 0,0708647                                | 14.803.011,18                    | 3.028.989,37   |
| 2030  | 6.675                                     | 0,0708647                                | 14.916.580,86                    | 2.725.203,55   |
| 2031  | 6.671                                     | 0,0708647                                | 14.908.696,01                    | 2.431.931,27   |
| 2032  | 6.668                                     | 0,0708647                                | 14.900.815,33                    | 2.170.219,43   |
| 2033  | 6.664                                     | 0,0708647                                | 14.892.938,82                    | 1.936.671,66   |
| 2034  | 6.661                                     | 0,0708647                                | 14.885.066,47                    | 1.728.257,09   |
| 2035  | 6.657                                     | 0,0708647                                | 14.877.198,28                    | 1.542.271,02   |
| 2036  | 6.653                                     | 0,0708647                                | 14.868.909,72                    | 1.376.260,51   |
| 2037  | 6.650                                     | 0,0708647                                | 14.860.625,77                    | 1.228.119,42   |
| 2038  | 6.646                                     | 0,0708647                                | 14.852.346,44                    | 1.095.924,28   |
| 2039  | 6.642                                     | 0,0708647                                | 14.844.071,72                    | 977.958,67     |
| 2040  | 6.639                                     | 0,0708647                                | 14.835.801,61                    | 872.690,91     |
| TOTAL |                                           |                                          |                                  | 121.544.593,54 |

**Nota:** A composição do custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água tratada na ETA Principal está apresentada no Apêndice 3, item 2.2.

**c) Exploração de poços no aquífero São Sebastião para adicionar a vazão de 0,51 m³/s**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**d) Ampliação da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**e) Ampliação da elevatória de água tratada da ETA Principal**

Esta intervenção é idêntica à correspondente da **Alternativa A**, já descrita, com mesmas dimensões e custos.

**f) Resumo dos custos da alternativa B**

O quadro a seguir sintetiza os custos da alternativa B, incluindo investimentos e os custos operacionais eleitos para fins de comparação das alternativas.

**Quadro 1.57 - Resumo dos custos da Alternativa B**

| INTERVEN-<br>ÇÃO | DESCRIÇÃO                                                     | CUSTO EM VALOR PRESENTE (R\$) |                       |                       |
|------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                  |                                                               | Investimentos                 | Operacionais          | Total                 |
| 1                | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                    | 121.384.523,86                | 195.589.907,55        | 316.974.431,41        |
| 2                | Duplicação 17.130 m da Adutora de Pedra do Cavalo (1.500 L/s) | 133.383.081,69                | 179.788.796,71        | 313.171.878,41        |
| 3                | Poços no Aquífero São Sebastião (507 L/s)                     | 9.698.425,55                  | 4.035.396,02          | 13.733.821,57         |
| 4                | Ampliação da ETA Principal                                    | 104.654.568,30                |                       | 104.654.568,30        |
| 5                | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal      | 20.494.136,00                 |                       | 20.494.136,00         |
| <b>TOTAL</b>     |                                                               | <b>389.614.735,40</b>         | <b>379.414.100,29</b> | <b>769.028.835,69</b> |

**Nota:** mês de referência da estimativa de custo – Julho 2014

### 1.1.3.3 Alternativa C

A **Alternativa C** consiste de três aproveitamentos para compensar o déficit de disponibilidade hídrica, estimado em 4,56 m³/s para fim de plano. Estas intervenções, em ordem cronológica de implantação, são as seguintes:

- a) Implantação imediata de nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II, para incrementar a oferta existente em 2,55 m³/s, a partir de 2018;
- b) Inserção de um *booster* na adutora de Pedra do Cavalo, com capacidade para adicionar a vazão de 1,5 m³/s no sistema adutor, a partir de 2020;
- c) Captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão de uma vazão de 0,51 m³/s para a represa de Santa Helena, a partir de 2030.

Esta alternativa difere da **Alternativa A** nas intervenções “a” e “c”. Enquanto na **Alternativa A**, a intervenção “c” consiste em aumentar a oferta em 0,51 m³/s por meio da exploração de poços no aquífero São Sebastião, na **Alternativa C** esta mesma vazão seria obtida mediante captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão para Santa Helena e daí para Joanes II. O fato desta vazão ser destinada ao sistema Joanes implica em acréscimo de 0,51 m³/s na capacidade das unidades componentes da intervenção “a” (sistema adutor Santa Helena - Joanes II), em comparação à intervenção “a” da **Alternativa A**.

O balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e estações de tratamento, correspondente a **Alternativa C** é apresentado no **Quadro 1.58**. A **Figura 1.26** mostra o esquema geral desta alternativa, com a previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040.

#### CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS NA ALTERNATIVA C

##### **a) Aproveitamento do volume disponível na represa de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m**

Esta intervenção assemelha-se à correspondente da **Alternativa A**, diferenciando-se no porte das vazões veiculadas pelo sistema adutor Santa Helena – Joanes II, uma vez que este sistema absorveria, também, as águas revertidas do rio Pojuca para Santa Helena.

Conforme mostrado no **Quadro 1.58** e **Figura 1.26** a vazão média disponível para o SIAA de Salvador em 2040, na **Alternativa C**, a ser veiculada pelo sistema adutor Santa Helena - Joanes II, seria de 3,72 m³/s. Foi visto na **Alternativa A** que o aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m, sem que esta represa receba o reforço de outro manancial, poderia ofertar para o SIAA de Salvador vazões até 3,21 m³/s. Assim, o reforço de 0,51 m³/s, obtido por reversão de águas do rio Pojuca, complementaria a vazão de 3,72 m³/s, prevista na **Alternativa C** para o sistema adutor Santa Helena – Joanes II, no ano 2040.

Para fins de dimensionamento do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, na **Alternativa C**, a vazão do trecho entre a nova elevatória de Santa Helena e a elevatória do Jacumirim existente corresponde à soma da vazão máxima diária para atendimento do SIAA de Salvador ( $3,72 \times 1,2 = 4,46$  m³/s) e a vazão prevista para a Braskem/Polo Logístico (1,40 m³/s), totalizando 5,86 m³/s. A vazão da Braskem deve ser considerada neste trecho em razão de a elevatória do Jacumirim estar limitada à captação na cota 17,00 m, requerendo o apoio de Santa Helena para funcionamento em níveis operacionais abaixo deste valor. Por sua vez, o trecho da adutora entre a elevatória do Jacumirim e a represa Joanes II veiculará apenas a vazão máxima diária para atendimento do SIAA de Salvador (4,46 m³/s).

O projeto desse novo sistema está sendo desenvolvido pela HITA Engenharia, porém com capacidade de 10 m³/s, de acordo com recomendação da Embasa, tendo sido proposto um diâmetro de 2200 mm, mais do que o necessário para o ano 2040, de acordo com a evolução das demandas previstas no presente Plano.

**Quadro 1.58 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa C**

| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s |                                                            |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                    |                                      |                      | RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS Q <sub>100%</sub> |                                                |                                                |                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Demandas a serem atendidas pela ETA Bolandeira   | Mananciais                                                 |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                    |                                      |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Ipitanga I + Ipitanga II                                   |                                          |                                    |                                                          |                                                    | Joanes I + Joanes II                       |                                                |                                                    |                                      |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Q <sub>reg.100%</sub> Ipit.I + Ipit.II                     | Retiradas                                |                                    | Saldo (vazões médias na adutora Ipitanga I - Bolandeira) | Q <sub>reg.100%</sub> em Joanes I                  | Vazão de restituição em Joanes I           | Vazões Médias na Adutora Joanes I - Bolandeira |                                                    |                                      |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                            | Vazões industriais (Gerdau e Norsa)      | Vazão de restituição em Ipitanga I |                                                          |                                                    |                                            | Disponível em Joanes I                         | Importada de Joanes II                             | Total                                |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
| (1)                                                                                                                                                                                                                                                      | (2)                                              | (3)                                                        | (4)                                      | (5)=(2)-(3)-(4)                    | (6)                                                      | (7)                                                | (8)=(6)-(7)                                | (9)=(1)-(5)-(8)                                | (10)=(8)+(9)                                       |                                      | Reservatório         | NA <sub>min.</sub> Operacional                        | Q <sub>reg.100%</sub>                          | Vazão de Restituição em Regime Normal          |                                            |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                        | 80                                       | 40                                 | 280                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.867                                              | 3.257                                |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                        | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                              | 3.327                                |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                        | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                              | 3.327                                |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                        | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                              | 3.327                                |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                        | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                              | 3.327                                |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                        | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                              | 3.327                                |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                            |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                    |                                      |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s  |                                                            |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                    |                                      |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Demandas a serem atendidas pela ETA Principal    | Mananciais                                                 |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                    |                                      |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Pedra do Cavalo                                            |                                          |                                    |                                                          | Represa Joanes II                                  |                                            |                                                |                                                    | Represa Santa Helena                 |                      |                                                       |                                                |                                                | Rio Pojuca                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Vazão operacional (adutora existente, com <i>booster</i> ) | Vazões derivadas da adutora (ver Nota 1) | Vazões afluentes a ETA Principal   | Q <sub>reg.100%</sub>                                    | Retiradas                                          |                                            |                                                | Retiradas                                          |                                      |                      | Cota 10,0 m                                           |                                                | Vazões da captação a fio d'água no rio Pojuca  |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                            |                                          |                                    |                                                          | Vazões Médias na adutora Joanes II - ETA Principal | Restituição para Joanes I (ETA Bolandeira) | Total                                          | Vazões Médias na adutora Santa Helena - Joanes II) | Vazões para Braskem / Polo Logístico | Vazão de restituição | Total                                                 | Q <sub>reg.100%</sub>                          |                                                | Disponibilidade em Santa Helena na cota 10 |
| (11)                                                                                                                                                                                                                                                     | (12)=(11)+(13)-(16)                              | (13)                                                       | (14)=(12)-(13)                           | (15)                               | (16)=(11)-(14)                                           | (17)=(9)                                           | (18)=(16)+(17)                             | (19)=(18)-(15)                                 | (20)                                               | (21)                                 | (22)=(19)+(20)+ (21) | (23)                                                  | SE (23)>(22)<br>V: (24)=(23)-(22)<br>F: (24)=0 | SE (23)<(22)<br>V: (25)=(22)-(23)<br>F: (25)=0 |                                            |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 7.708                                            | 7.000                                                      | 1.250                                    | 5.750                              | 1.820                                                    | 1.957                                              | 2.867                                      | 4.824                                          | 3.004                                              | 770                                  | 1.990                | 5.764                                                 | 6.600                                          | 836                                            | 0                                          |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.153                                            | 7.852                                                      | 1.792                                    | 6.060                              | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                              | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                 | 6.600                                          | 0                                              | 0                                          |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.517                                            | 8.228                                                      | 1.804                                    | 6.424                              | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                              | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                 | 6.600                                          | 0                                              | 0                                          |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.799                                            | 8.500                                                      | 1.825                                    | 6.675                              | 1.820                                                    | 2.124                                              | 2.937                                      | 5.061                                          | 3.241                                              | 1.400                                | 1.990                | 6.631                                                 | 6.600                                          | 0                                              | 31                                         |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 9.029                                            | 8.500                                                      | 1.843                                    | 6.657                              | 1.820                                                    | 2.372                                              | 2.937                                      | 5.308                                          | 3.488                                              | 1.400                                | 1.990                | 6.878                                                 | 6.600                                          | 0                                              | 278                                        |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 9.239                                            | 8.500                                                      | 1.861                                    | 6.639                              | 1.820                                                    | 2.600                                              | 2.937                                      | 5.537                                          | 3.717                                              | 1.400                                | 1.990                | 7.107                                                 | 6.600                                          | 0                                              | 507                                        |
| Notas: (1) Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech, Outras); RLAM. |                                                  |                                                            |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                    |                                      |                      |                                                       |                                                |                                                |                                            |



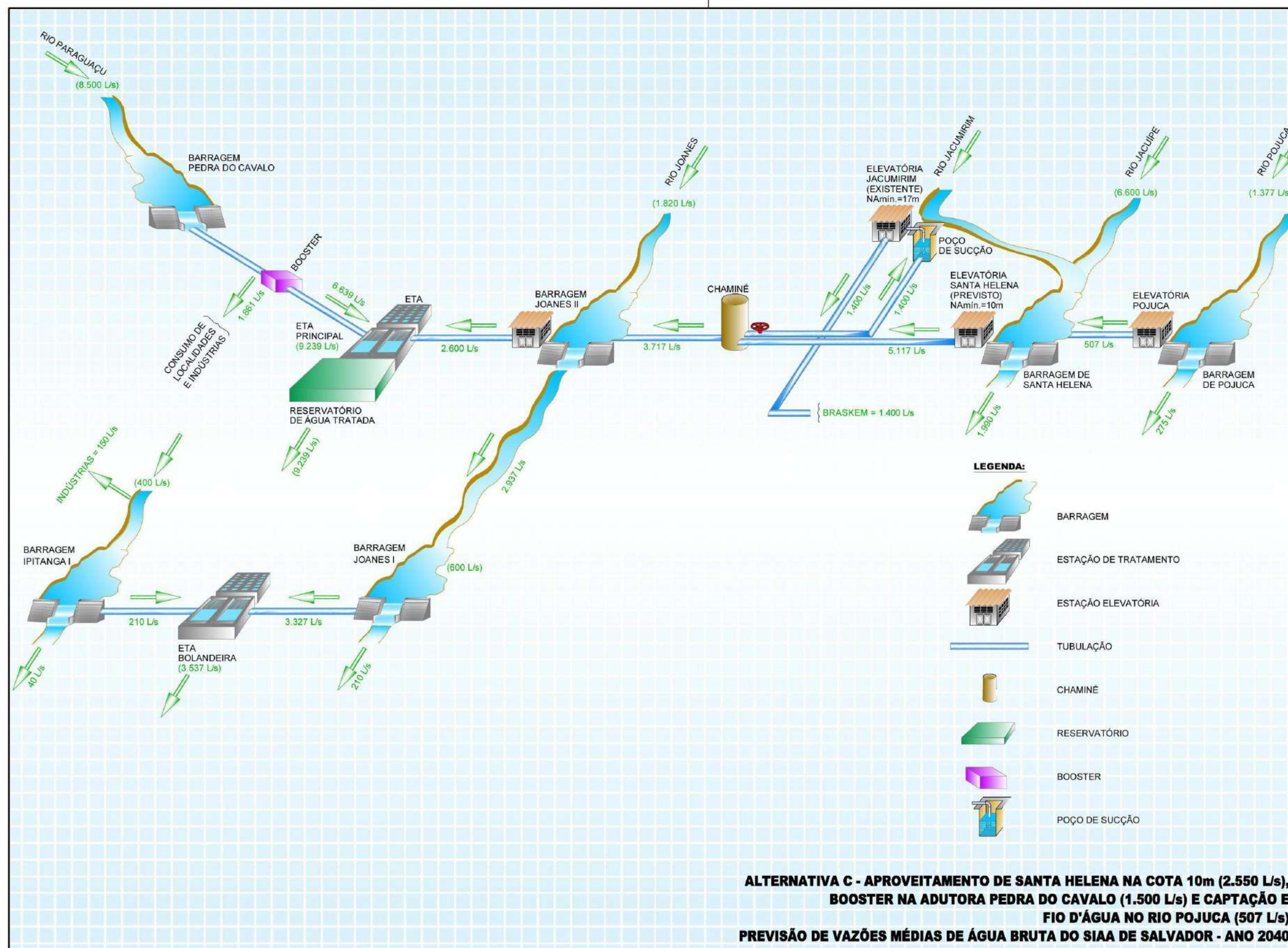


Figura 1.26 - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa C

Assim, será considerado o diâmetro de 1700 mm para a adutora Santa Helena - Jacumirim, obtido adotando-se a mesma velocidade do tubo previsto no projeto da HITA Engenharia (DN 2200;  $Q=10 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $v=2,63 \text{ m/s}$ ), já mencionado, aplicada à vazão de  $5,86 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Verificou-se que com quatro bombas em paralelo será possível aduzir uma vazão de  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Portanto, serão instaladas quatro bombas de eixo vertical modelo 24-QL-27, equipadas com motor de 2.250 cv considerando uma delas como reserva. Convém mencionar que o projeto está sendo desenvolvido com possibilidade de instalação de até oito conjuntos motobombas. A extensão da adutora será de 8.170 m, entre a nova captação e a chaminé prevista para ser implantada próxima à elevatória do Jacumirim.

A adução existente entre a elevatória do Jacumirim e a represa Joanes II é feita atualmente por duas adutoras em paralelo, uma delas com diâmetro de 900 mm e a outra com diâmetros em série de 900 mm e 1200 mm. A capacidade dessas linhas é de  $2,30 \text{ m}^3/\text{s}$ , inferior à vazão máxima diária de  $4,46 \text{ m}^3/\text{s}$ , necessária para o SIAA de Salvador. Mantendo a mesma velocidade das linhas existentes, o diâmetro equivalente para aduzir a vazão complementar de  $2,16 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $4,46 - 2,30 = 2,16$ ) será de 1200 mm. A extensão da adutora será de 10.456 m.

A adução existente de água bruta do Joanes II para a ETA Principal tem capacidade de 4.400 L/s, superior à vazão média necessária de 2.600 L/s (**Quadro 1.58**, coluna 16, ano 2040) e à correspondente vazão máxima diária de 3.120 L/s. A captação na represa Joanes II é feita por bombas de eixo vertical modelo 24-QL-34, acionadas por motores de 2.250 cv. Na elevatória existe espaço para instalar 8 bombas, das quais 4 encontram-se instaladas. O funcionamento de 3 bombas em paralelo fornece uma vazão média de  $3,76 \text{ m}^3/\text{s}$ , superior à vazão necessária, não havendo necessidade de ampliação, tanto da elevatória como da adutora existente do Joanes II para a ETA Principal.

- **Avaliação do custo de ampliação do sistema adutor de água bruta de Santa Helena**

O **Quadro 1.59** sintetiza os custos de investimentos e operação previstos para a ampliação do sistema adutor de água bruta de Santa Helena.

Os custos de investimentos das adutoras foram calculados a partir dos preços unitários definidos para adutoras de aço, em função do diâmetro, conforme **Apêndice 3, Quadros 3 e 4**.

Os custos de investimento das estações elevatórias foram estimados a partir da curva de custo apresentada no **Apêndice 3, Figura 8**, expressa pela equação:  $R\$ = 327.977,735984 \times (\text{Potência-cv} \times \text{Vazão-m}^3/\text{s})^{0,386864}$ , considerando os seguintes dados de potência e vazão:

- Elevatória do Jacumirim: 3 bombas existentes modelo 16 QL 21 (P = 3 x 1.400 CV; Q = 1,50 m³/s)
- Elevatória de Santa Helena: 4 bombas modelo 24 QL 27 (P = 4 x 2.250 cv; Q = 6,0 m³/s)

Por requerer apenas adequações dos poços de sucção e das instalações existentes, o custo da elevatória do Jacumirim foi admitido em 50% do valor calculado pela equação.

**Quadro 1.59** - Estimativa de custo das ampliações para aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m – Alternativa C

| ITEM                                    | DESCRIÇÃO                                                                                                                                     | UNIDADE | QUANT. | PREÇO UNITARIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|----------------------|-------------------|
| Custos de Investimento:                 |                                                                                                                                               |         |        |                      |                   |
| 1                                       | Adutora de água bruta Jacumirim - Joanes II, FºFº DN 1200                                                                                     | m       | 10.456 | 3.317,37             | 34.686.420,72     |
| 2                                       | Estação elevatória do Jacumirim (adequação dos poços de sucção)                                                                               | Vb      |        |                      | 4.800.000,00      |
| 3                                       | Adutora Santa Helena – Jacumirim, Aço DN 1700                                                                                                 | m       | 8.170  | 8.475,69             | 69.246.387,30     |
| 4                                       | Estação elevatória de Santa Helena (construção civil e equipamentos), Vazão = 6,0 m³/s, Potência = 9.000 cv                                   | Vb      |        |                      | 22.200.000,00     |
| 5                                       | Sistema Elétrico EEAB Santa Helena - Jacumirim (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b> | Vb      |        |                      | 9.200.000,00      |
| 6                                       | Total dos investimentos (implantação das obras a partir de 2016 - intervenção imediata)                                                       |         |        |                      | 140.132.808,02    |
| 7                                       | Investimentos em valor presente (2016 ==> 2015; taxa de juros 12% a.a.)                                                                       |         |        |                      | 125.118.578,59    |
| Custos Operacionais, em valor presente: |                                                                                                                                               |         |        |                      |                   |
| 8                                       | Custo de energia e do pessoal de operação do recalque Santa Helena – Jacumirim ( <b>Quadro 1.60</b> )                                         |         |        |                      | 83.987.444,91     |
| 9                                       | Custo de energia e do pessoal de operação do recalque Joanes II - ETA Principal ( <b>Quadro 1.61</b> )                                        |         |        |                      | 51.779.461,91     |
| 10                                      | Custo de produtos químicos usados no tratamento da água ( <b>Quadro 1.62</b> )                                                                |         |        |                      | 41.195.364,41     |
| 11                                      | Custo de manutenção de adutoras e elevatórias ( <b>Quadro 1.63</b> )                                                                          |         |        |                      | 25.197.004,59     |
| 12                                      | Total dos custos operacionais                                                                                                                 |         |        |                      | 202.159.275,82    |
| TOTAL EM VALOR PRESENTE (7+12)          |                                                                                                                                               |         |        |                      | 327.277.854,41    |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)



**Quadro 1.60 - Custo de energia e do pessoal de operação do recalque Santa Helena - Jacumirim**

Potência total = 11.250 cv

Vazão nominal = 6.000 L/s

Notas: - Vazão de dimensionamento da adutora Santa Helena - Joanes II =  $3.717 \times 1,2 + 1.400 = 5.860$  L/s

Potência útil = 9.000 cv

Taxa anual de Juros = 12%

- Vazão nominal = 4 bombas funcionando em paralelo = 6.000 L/s

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês; Consumo FP = 0,0,1711 R\$/kWh

- Potência útil = 9.000 cv (4 bombas de 2.250 cv operando em paralelo para recalcar 6.000 L/s)

| ANO          | VAZÕES MÉDIAS DE RECALQUE (L/s) |                          |       | CUSTO DE ENERGIA              |                                         |                                         | CUSTO DE PESSOAL DE OPERAÇÃO (R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|---------------------------------|--------------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------|
|              | SANTA HELENA - JOANES II        | BRASKEM / POLO LOGÍSTICO | TOTAL | HORAS DE FUNCIONAMENTO DIÁRIO | CUSTO ANUAL DE DEMANDA DE ENERGIA (R\$) | CUSTO ANUAL DE CONSUMO DE ENERGIA (R\$) |                                    | TOTAL             | VALOR PRESENTE       |
| 2015         | 3.004                           | 770                      | 3.774 | 15,1                          | 1.542.275,86                            | 6.245.440,47                            | 493.376,93                         | 8.281.093,26      | 8.281.093,26         |
| 2016         | 3.044                           | 1.400                    | 4.444 | 17,8                          | 1.542.275,86                            | 7.354.135,57                            | 493.376,93                         | 9.389.788,35      | 8.383.739,60         |
| 2017         | 3.085                           | 1.400                    | 4.485 | 17,9                          | 1.542.275,86                            | 7.421.242,45                            | 493.376,93                         | 9.456.895,23      | 7.538.978,98         |
| 2018         | 3.126                           | 1.400                    | 4.526 | 18,1                          | 1.542.275,86                            | 7.489.243,28                            | 493.376,93                         | 9.524.896,07      | 6.779.632,89         |
| 2019         | 3.168                           | 1.400                    | 4.568 | 18,3                          | 1.542.275,86                            | 7.558.149,99                            | 493.376,93                         | 9.593.802,77      | 6.097.035,10         |
| 2020         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 5.483.401,71         |
| 2021         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 4.895.894,39         |
| 2022         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 4.371.334,27         |
| 2023         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 3.902.977,03         |
| 2024         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 3.484.800,92         |
| 2025         | 3.210                           | 1.400                    | 4.610 | 18,4                          | 1.542.275,86                            | 7.627.974,62                            | 493.376,93                         | 9.663.627,41      | 3.111.429,39         |
| 2026         | 3.216                           | 1.400                    | 4.616 | 18,5                          | 1.542.275,86                            | 7.638.346,72                            | 493.376,93                         | 9.673.999,50      | 2.781.043,69         |
| 2027         | 3.222                           | 1.400                    | 4.622 | 18,5                          | 1.542.275,86                            | 7.648.739,07                            | 493.376,93                         | 9.684.391,86      | 2.485.742,18         |
| 2028         | 3.229                           | 1.400                    | 4.629 | 18,5                          | 1.542.275,86                            | 7.659.151,72                            | 493.376,93                         | 9.694.804,50      | 2.221.798,97         |
| 2029         | 3.235                           | 1.400                    | 4.635 | 18,5                          | 1.542.275,86                            | 7.669.584,70                            | 493.376,93                         | 9.705.237,48      | 1.985.883,87         |
| 2030         | 3.241                           | 1.400                    | 4.641 | 18,6                          | 1.542.275,86                            | 7.680.038,05                            | 493.376,93                         | 9.715.690,84      | 1.775.020,39         |
| 2031         | 3.289                           | 1.400                    | 4.689 | 18,8                          | 1.542.275,86                            | 7.759.438,76                            | 493.376,93                         | 9.795.091,55      | 1.597.791,61         |
| 2032         | 3.338                           | 1.400                    | 4.738 | 19,0                          | 1.542.275,86                            | 7.840.014,93                            | 493.376,93                         | 9.875.667,71      | 1.438.335,12         |
| 2033         | 3.387                           | 1.400                    | 4.787 | 19,1                          | 1.542.275,86                            | 7.921.783,95                            | 493.376,93                         | 9.957.436,73      | 1.294.860,99         |
| 2034         | 3.438                           | 1.400                    | 4.838 | 19,4                          | 1.542.275,86                            | 8.004.763,48                            | 493.376,93                         | 10.040.416,27     | 1.165.760,37         |
| 2035         | 3.488                           | 1.400                    | 4.888 | 19,6                          | 1.542.275,86                            | 8.088.971,45                            | 493.376,93                         | 10.124.624,24     | 1.049.587,04         |
| 2036         | 3.533                           | 1.400                    | 4.933 | 19,7                          | 1.542.275,86                            | 8.162.800,32                            | 493.376,93                         | 10.198.453,11     | 943.964,86           |
| 2037         | 3.578                           | 1.400                    | 4.978 | 19,9                          | 1.542.275,86                            | 8.237.573,46                            | 493.376,93                         | 10.273.226,25     | 849.005,21           |
| 2038         | 3.624                           | 1.400                    | 5.024 | 20,1                          | 1.542.275,86                            | 8.313.302,95                            | 493.376,93                         | 10.348.955,74     | 763.628,29           |
| 2039         | 3.670                           | 1.400                    | 5.070 | 20,3                          | 1.542.275,86                            | 8.390.001,03                            | 493.376,93                         | 10.425.653,82     | 686.864,00           |
| 2040         | 3.717                           | 1.400                    | 5.117 | 20,5                          | 1.542.275,86                            | 8.467.680,08                            | 493.376,93                         | 10.503.332,86     | 617.840,77           |
| <b>TOTAL</b> |                                 |                          |       |                               |                                         |                                         |                                    |                   | <b>83.987.444,91</b> |



**Quadro 1.61 - Custo de energia e do pessoal de operação do recalque Joanes II - ETA Principal**

Potência total = 9.000 cv

Vazão nominal = 3.760 L/s

Potência útil = 6.750 cv

Taxa anual de Juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

| ANO          | VAZÕES<br>JOANES II -<br>ETA<br>PRINCIPAL | CUSTO DE ENERGIA                    |                                                  |                                                  | CUSTO DO<br>PESSOAL DE<br>OPERAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|--------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|              |                                           | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL<br>DE DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO<br>DE ENERGIA<br>(R\$) |                                             | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015         | 1.957                                     | 12,5                                | 1.233.820,68                                     | 3.876.564,12                                     | 493.376,93                                  | 5.603.761,74      | 5.603.761,74               |
| 2016         | 1.984                                     | 12,7                                | 1.233.820,68                                     | 3.928.809,71                                     | 493.376,93                                  | 5.656.007,33      | 5.050.006,54               |
| 2017         | 2.011                                     | 12,8                                | 1.233.820,68                                     | 3.981.759,43                                     | 493.376,93                                  | 5.708.957,05      | 4.551.145,61               |
| 2018         | 2.038                                     | 13,0                                | 1.233.820,68                                     | 4.035.422,77                                     | 493.376,93                                  | 5.762.620,39      | 4.101.719,37               |
| 2019         | 2.065                                     | 13,2                                | 1.233.820,68                                     | 4.089.809,35                                     | 493.376,93                                  | 5.817.006,96      | 3.696.813,09               |
| 2020         | 2.093                                     | 13,4                                | 1.233.820,68                                     | 4.144.928,91                                     | 493.376,93                                  | 5.872.126,52      | 3.332.002,29               |
| 2021         | 2.093                                     | 13,4                                | 1.233.820,68                                     | 4.144.928,91                                     | 493.376,93                                  | 5.872.126,52      | 2.975.002,04               |
| 2022         | 2.093                                     | 13,4                                | 1.233.820,68                                     | 4.144.928,91                                     | 493.376,93                                  | 5.872.126,52      | 2.656.251,83               |
| 2023         | 2.093                                     | 13,4                                | 1.233.820,68                                     | 4.144.928,91                                     | 493.376,93                                  | 5.872.126,52      | 2.371.653,42               |
| 2024         | 2.093                                     | 13,4                                | 1.233.820,68                                     | 4.144.928,91                                     | 493.376,93                                  | 5.872.126,52      | 2.117.547,69               |
| 2025         | 2.093                                     | 13,4                                | 1.233.820,68                                     | 4.144.928,91                                     | 493.376,93                                  | 5.872.126,52      | 1.890.667,58               |
| 2026         | 2.099                                     | 13,4                                | 1.233.820,68                                     | 4.157.316,63                                     | 493.376,93                                  | 5.884.514,25      | 1.691.657,23               |
| 2027         | 2.106                                     | 13,4                                | 1.233.820,68                                     | 4.169.741,38                                     | 493.376,93                                  | 5.896.939,00      | 1.513.597,36               |
| 2028         | 2.112                                     | 13,5                                | 1.233.820,68                                     | 4.182.203,26                                     | 493.376,93                                  | 5.909.400,88      | 1.354.282,16               |
| 2029         | 2.118                                     | 13,5                                | 1.233.820,68                                     | 4.194.702,38                                     | 493.376,93                                  | 5.921.900,00      | 1.211.738,07               |
| 2030         | 2.124                                     | 13,6                                | 1.233.820,68                                     | 4.207.238,86                                     | 493.376,93                                  | 5.934.436,48      | 1.084.199,36               |
| 2031         | 2.172                                     | 13,9                                | 1.233.820,68                                     | 4.300.861,39                                     | 493.376,93                                  | 6.028.059,01      | 983.307,00                 |
| 2032         | 2.220                                     | 14,2                                | 1.233.820,68                                     | 4.396.567,27                                     | 493.376,93                                  | 6.123.764,89      | 891.891,70                 |
| 2033         | 2.269                                     | 14,5                                | 1.233.820,68                                     | 4.494.402,87                                     | 493.376,93                                  | 6.221.600,49      | 809.054,38                 |
| 2034         | 2.320                                     | 14,8                                | 1.233.820,68                                     | 4.594.415,58                                     | 493.376,93                                  | 6.321.613,20      | 733.982,13                 |
| 2035         | 2.372                                     | 15,1                                | 1.233.820,68                                     | 4.696.653,84                                     | 493.376,93                                  | 6.423.851,46      | 665.939,90                 |
| 2036         | 2.416                                     | 15,4                                | 1.233.820,68                                     | 4.783.992,90                                     | 493.376,93                                  | 6.511.190,51      | 602.673,27                 |
| 2037         | 2.461                                     | 15,7                                | 1.233.820,68                                     | 4.872.956,11                                     | 493.376,93                                  | 6.600.153,72      | 545.453,27                 |
| 2038         | 2.506                                     | 16,0                                | 1.233.820,68                                     | 4.963.573,68                                     | 493.376,93                                  | 6.690.771,30      | 493.698,34                 |
| 2039         | 2.553                                     | 16,3                                | 1.233.820,68                                     | 5.055.876,38                                     | 493.376,93                                  | 6.783.074,00      | 446.883,18                 |
| 2040         | 2.600                                     | 16,6                                | 1.233.820,68                                     | 5.149.895,55                                     | 493.376,93                                  | 6.877.093,16      | 404.533,36                 |
| <b>TOTAL</b> |                                           |                                     |                                                  |                                                  |                                             |                   | <b>51.779.461,91</b>       |

**Notas:**

- Vazão de dimensionamento da adutora Joanes II - ETA Principal = 2.600 x 1,2 = 3.120 L/s;
- Vazão nominal = vazão de bombeamento com três bombas em paralelo = 3.760 L/s;
- Potência útil = 6.750 cv (3 bombas de 2.250 cv operando em paralelo para recalcar 3.760 L/s);

O custo anual de pessoal de operação apresentado no **Quadro 1.60** e **Quadro 1.61** corresponde ao custo de operação de elevatória previsto no **Apêndice 3, item 2.2.**

**Quadro 1.62 - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água na ETA Principal**

| ANO   | ETA PRINCIPAL                          |                                                      | CUSTO DE PRODUTOS QUIMICOS (R\$) |                |
|-------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
|       | VAZÃO FORNECIDA POR SANTA HELENA (L/s) | TRATAMENTO COMPLETO - CUSTO POR m <sup>3</sup> (R\$) | TOTAL                            | VALOR PRESENTE |
| 2015  | 1.957                                  | 0,0708647                                            | 4.374.573,06                     | 4.374.573,06   |
| 2016  | 1.984                                  | 0,0708647                                            | 4.433.530,46                     | 3.958.509,34   |
| 2017  | 2.011                                  | 0,0708647                                            | 4.493.282,45                     | 3.582.017,26   |
| 2018  | 2.038                                  | 0,0708647                                            | 4.553.839,74                     | 3.241.333,18   |
| 2019  | 2.065                                  | 0,0708647                                            | 4.615.213,17                     | 2.933.051,41   |
| 2020  | 2.093                                  | 0,0708647                                            | 4.677.413,75                     | 2.654.090,18   |
| 2021  | 2.093                                  | 0,0708647                                            | 4.677.413,75                     | 2.369.723,37   |
| 2022  | 2.093                                  | 0,0708647                                            | 4.677.413,75                     | 2.115.824,44   |
| 2023  | 2.093                                  | 0,0708647                                            | 4.677.413,75                     | 1.889.128,96   |
| 2024  | 2.093                                  | 0,0708647                                            | 4.677.413,75                     | 1.686.722,29   |
| 2025  | 2.093                                  | 0,0708647                                            | 4.677.413,75                     | 1.506.002,04   |
| 2026  | 2.099                                  | 0,0708647                                            | 4.691.392,88                     | 1.348.663,35   |
| 2027  | 2.106                                  | 0,0708647                                            | 4.705.413,80                     | 1.207.762,52   |
| 2028  | 2.112                                  | 0,0708647                                            | 4.719.476,61                     | 1.081.582,23   |
| 2029  | 2.118                                  | 0,0708647                                            | 4.733.581,45                     | 968.584,55     |
| 2030  | 2.124                                  | 0,0708647                                            | 4.747.728,45                     | 867.392,24     |
| 2031  | 2.172                                  | 0,0708647                                            | 4.853.378,35                     | 791.691,14     |
| 2032  | 2.220                                  | 0,0708647                                            | 4.961.379,24                     | 722.596,81     |
| 2033  | 2.269                                  | 0,0708647                                            | 5.071.783,44                     | 659.532,64     |
| 2034  | 2.320                                  | 0,0708647                                            | 5.184.644,44                     | 601.972,36     |
| 2035  | 2.372                                  | 0,0708647                                            | 5.300.016,90                     | 549.435,61     |
| 2036  | 2.416                                  | 0,0708647                                            | 5.398.576,11                     | 499.690,11     |
| 2037  | 2.461                                  | 0,0708647                                            | 5.498.968,12                     | 454.448,53     |
| 2038  | 2.506                                  | 0,0708647                                            | 5.601.227,02                     | 413.303,09     |
| 2039  | 2.553                                  | 0,0708647                                            | 5.705.387,53                     | 375.882,93     |
| 2040  | 2.600                                  | 0,0708647                                            | 5.811.485,01                     | 341.850,76     |
| TOTAL |                                        |                                                      |                                  | 41.195.364,41  |

**Nota:** Composição do custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água tratada na ETA Principal conforme **Apêndice 3, item 2.2.**

Quadro 1.63 - Custo de manutenção de novas adutoras e elevatórias

| ANO   | CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE ADUTORAS E ELEVATÓRIAS                |                                                              |                                                     |                                                 |              |                      |
|-------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|----------------------|
|       | ADUTORAS                                                      |                                                              | ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS                                |                                                 | TOTAL (R\$)  | VALOR PRESENTE (R\$) |
|       | Sta Helena - Jacumirim<br>Investimento =<br>R\$ 69.246.387,30 | Jacumirim - Joanes II<br>Investimento =<br>R\$ 34.686.420,72 | Santa Helena<br>Investimento =<br>R\$ 31.400.000,00 | Jacumirim<br>Investimento =<br>R\$ 4.800.000,00 |              |                      |
| 2015  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 2.849.328,08         |
| 2016  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 2.544.042,93         |
| 2017  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 2.271.466,90         |
| 2018  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 2.028.095,45         |
| 2019  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 1.810.799,51         |
| 2020  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 1.616.785,27         |
| 2021  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 1.443.558,28         |
| 2022  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 1.288.891,32         |
| 2023  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 1.150.795,82         |
| 2024  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 1.027.496,27         |
| 2025  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 917.407,38           |
| 2026  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 819.113,74           |
| 2027  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 731.351,55           |
| 2028  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 652.992,46           |
| 2029  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 583.028,98           |
| 2030  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 520.561,59           |
| 2031  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 464.787,13           |
| 2032  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 414.988,51           |
| 2033  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 370.525,46           |
| 2034  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 330.826,30           |
| 2035  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 295.380,62           |
| 2036  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 263.732,70           |
| 2037  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 235.475,63           |
| 2038  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 210.246,09           |
| 2039  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 187.719,73           |
| 2040  | 692.463,87                                                    | 346.864,21                                                   | 1.570.000,00                                        | 240.000,00                                      | 2.849.328,08 | 167.606,90           |
| TOTAL |                                                               |                                                              |                                                     |                                                 |              | 25.197.004,59        |

**Nota:** Custos anuais de manutenção determinados conforme Apêndice 3, item 2.2.

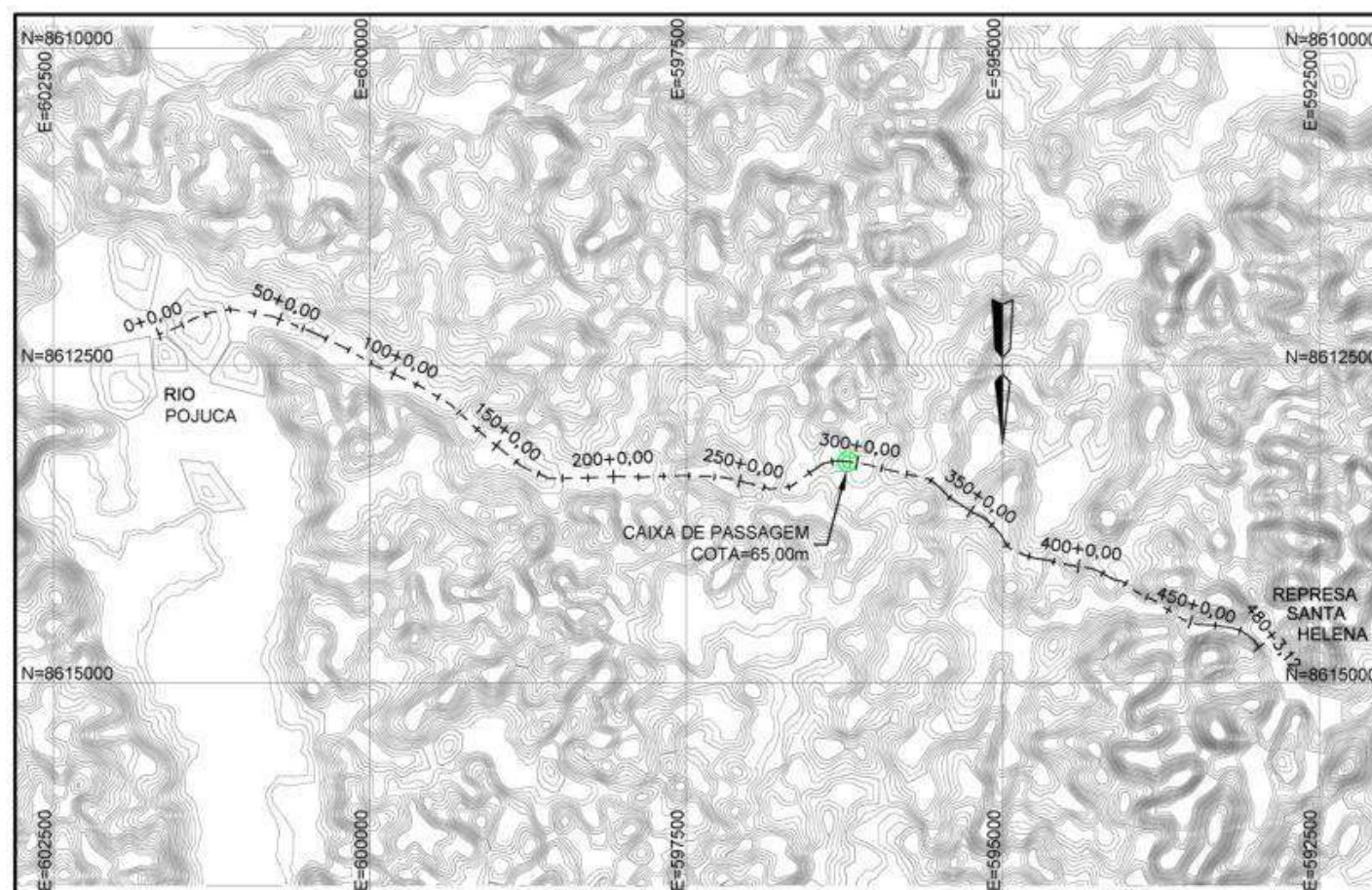
**b) Inserção de booster na adutora de Pedra do Cavalo para adicionar a vazão de 1,5 m³/s**

Esta intervenção é idêntica à correspondente da **Alternativa A**, já descrita, com mesmas dimensões e custos.

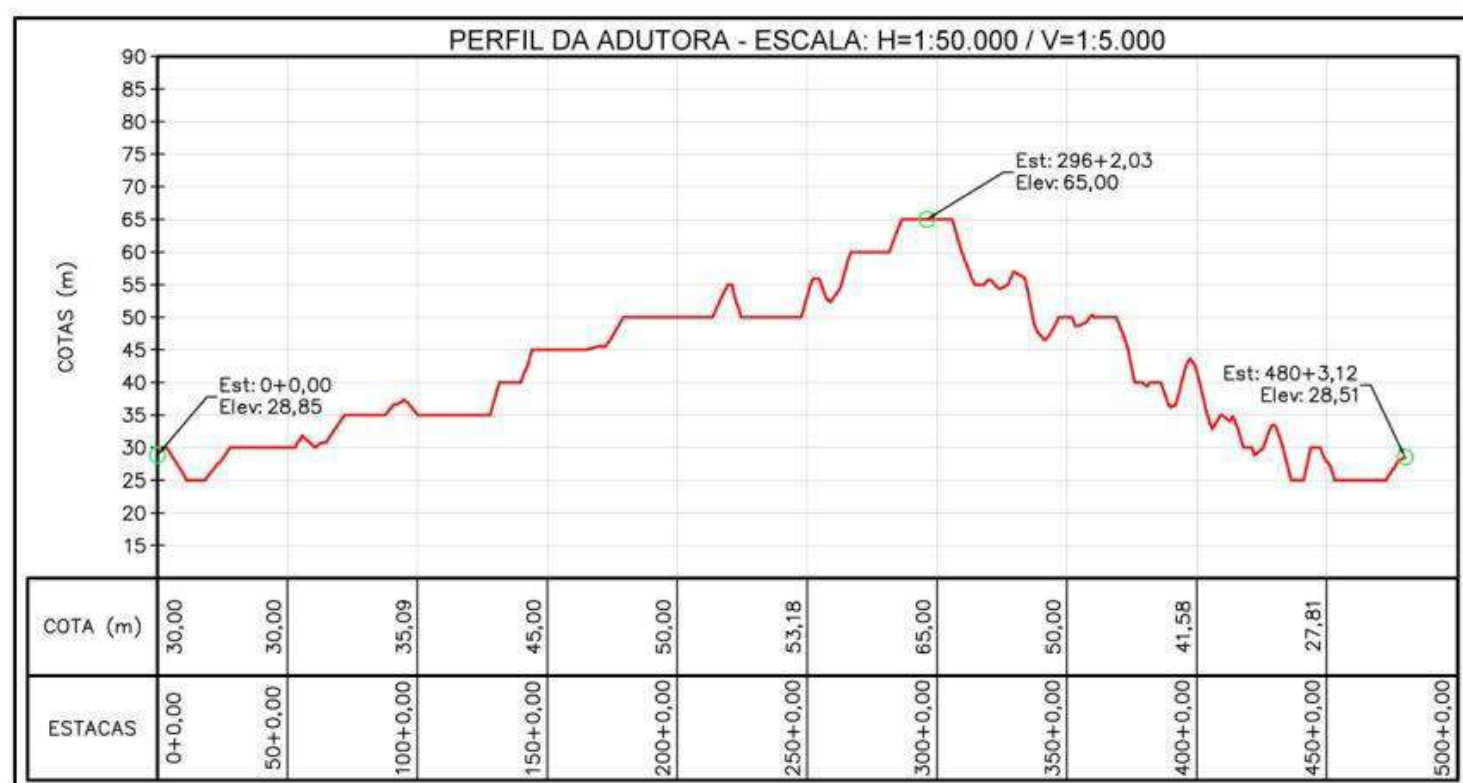
**c) Captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão de 0,51 m³/s para a represa de Santa Helena**

Esta intervenção, prevista para o ano 2030, consiste em reverter águas do rio Pojuca para a represa de Santa Helena, mediante implantação do sistema adutor Pojuca - Santa Helena, com captação a fio d'água, veiculando a vazão média de 0,51 m³/s.

O traçado e perfil da adutora Pojuca - Santa Helena são mostrados na **Figura 1.27**. A análise hidráulica da adutora foi feita para três diferentes diâmetros, conforme apresentado a seguir.



PLANTA DA ADUTORA  
ESCALA 1:50.000



**PLANTA E PERFIL DA ADUTORA DO RIO POJUCA PARA A  
REPRESA DE SANTA HELENA - CAPTAÇÃO A FIO D'ÁGUA  
ALTERNATIVAS "C", "D" E "E"  
PLANTA E PERFIL**

|                                  |                     |                            |                             |
|----------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|
| ESCALA<br>H=1:50.000 / V=1:5.000 | DATA:<br>ABRIL/2015 | DESENHO:<br>JAIR FERNANDES | PROJETO:<br>GERALDO BARRETO |
|----------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|

Figura 1.27 - Planta e Perfil da Adutora do Rio Pojuca para a Represa Santa Helena



Pré-dimensionamento das Estruturas Hidráulicas da Captação no Rio Pojuca e Adução para Santa Helena

– Vazão Média = 507 L/s

Considerando o período máximo de 21 horas de funcionamento diário do recalque, a vazão recalçada será acrescida do fator 24/21, passando a ser de 0,58 m³/s (= 580 L/s).

Não foi considerado o fator K1 = 1,2 no cálculo da vazão de bombeamento por tratar-se de recalque para um reservatório de acumulação e não para um centro de consumo, sujeito a variações diárias ao longo de um ano.

- Tipo de Bombas: Eixo vertical QL
- Número de Bombas: 3 + 1 de reserva
- Vazão por Bomba =  $0,58 / 3 = 0,763 \text{ m}^3/\text{s} = 0,193 \text{ m}^3/\text{s} = 696 \text{ m}^3/\text{h}$
- N.A. Mínimo no Rio = 25,00 m
- N.A. na Caixa de Passagem = 65,00 m
- Altura Geométrica Máxima =  $65,00 - 25,00 = 40,00 \text{ m}$

**Definição do diâmetro mais econômico da adutora:**

- Opção com DN 800

- Material: Ferro Fundido
- Diâmetro = 800 mm
- Velocidade = 1,15 m/s
- Extensão do recalque = 5.922 m
- Extensão trecho por gravidade = 3.681 m
- Extensão total = 9.603 m
- Rugosidade =  $k = 0,2 \text{ mm}$
- Coeficiente de Perda de Carga:  $f = 0,015$
- Perda de Carga Unitária = 0,00126 m/m
- Perda de Carga Distribuída =  $5.922 \times 0,00126 = 7,49 \text{ m}$
- AMT =  $40 + 7,49 = 47,49 \text{ m}$
- Potência de uma Moto-Bomba =  $580 / 3 \times 47,49 / 75 / 0,80 = 153 \text{ CV} \Rightarrow 150 \text{ CV}$
- Custo Unit. Forn./Assent. tubo = R\$ 1.942,86 / m (**Apêndice 3, Quadro 3**)
- Custo da Tubulação =  $9.603 \times 1.942,86 = \text{R\$ } 18.657.284,58$
- Potência Total = 600 CV
- Potência Útil = 450 CV
- Vazão Nominal = 580 L/s
- Taxa Anual de Juros = 12%
- Tarifa de Energia (fora de ponta):
  - Demanda = 15,5221 R\$/kW/mês
  - Consumo = 0,1711 R\$/kWh

**Quadro 1.64** - Alternativa de diâmetro - captação à fio d'água no rio Pojuca, DN 800 mm

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>POJUCA -<br>SANTA<br>HELENA (L/S) | CUSTO DE ENERGIA                         |                                                  |                                                  | CUSTO DA<br>TUBULAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                                                       | HORAS DE<br>FUNCIONA-<br>MENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL<br>DE DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO<br>ANUAL DE<br>CONSUMO DE<br>ENERGIA (R\$) |                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2021          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2022          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2023          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2024          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2025          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2026          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2027          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2028          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2029          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2030          | 31                                                    | 1,3                                      | 82.254,71                                        | 26.794,22                                        | 18.657.284,58                  | 18.766.333,51     | 3.428.538,97               |
| 2031          | 48                                                    | 2,0                                      | 82.254,71                                        | 41.482,21                                        |                                | 123.736,92        | 20.184,17                  |
| 2032          | 75                                                    | 3,1                                      | 82.254,71                                        | 64.221,83                                        |                                | 146.476,54        | 21.333,48                  |
| 2033          | 116                                                   | 4,8                                      | 82.254,71                                        | 99.426,80                                        |                                | 181.681,51        | 23.625,79                  |
| 2034          | 180                                                   | 7,4                                      | 82.254,71                                        | 153.930,34                                       |                                | 236.185,05        | 27.422,68                  |
| 2035          | 278                                                   | 11,5                                     | 82.254,71                                        | 238.311,50                                       |                                | 320.566,21        | 33.232,06                  |
| 2036          | 314                                                   | 13,0                                     | 82.254,71                                        | 268.690,94                                       |                                | 350.945,65        | 32.483,39                  |
| 2037          | 354                                                   | 14,6                                     | 82.254,71                                        | 302.943,08                                       |                                | 385.197,79        | 31.833,71                  |
| 2038          | 399                                                   | 16,5                                     | 82.254,71                                        | 341.561,61                                       |                                | 423.816,32        | 31.272,54                  |
| 2039          | 450                                                   | 18,6                                     | 82.254,71                                        | 385.103,15                                       |                                | 467.357,86        | 30.790,52                  |
| 2040          | 507                                                   | 21,0                                     | 82.254,71                                        | 434.195,27                                       |                                | 516.449,98        | 30.379,30                  |
| <b>TOTAIS</b> |                                                       |                                          |                                                  |                                                  |                                |                   | <b>3.711.096,62</b>        |

- Opção com DN 700

- Material Ferro Fundido
- Diâmetro = 700 mm
- Velocidade = 1,51 m/s
- Extensão do recalque = 5.922 m
- Extensão trecho por gravidade = 3.681 m
- Extensão total = 9.603 m
- Rugosidade  $k = 0,2$  mm
- Coeficiente de Perda de Carga:  $f = 0,0155$
- Perda de Carga Unitária = 0,00257 m/m
- Perda de Carga Distribuída =  $5.922 \times 0,00257 = 15,25$  m
- AMT =  $40 + 15,25 = 55,25$  m
- Potência de uma Moto-Bomba =  $580 / 3 \times 55,25 / 75 / 0,80 = 178$  CV  $\Rightarrow 200$  CV
- Custo Unit. Forn./Assent. tubo = R\$ 1.583,52 / m (**Apêndice 3, Quadro 3**)
- Custo da Tubulação =  $9.603 \times 1.583,52 =$  R\$ 15.206.542,56
- Potência Total = 800 CV
- Potência Útil = 600 CV
- Vazão Nominal = 580 L/s
- Taxa Anual de Juros = 12%
- Tarifa de Energia:
  - Demanda = 15,5221 R\$/kW/mês
  - Consumo = 0,1711 R\$/kWh

**Quadro 1.65 - Alternativa de diâmetro - captação à fio d'água no rio Pojuca, DN 700 mm**

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>POJUCA -<br>SANTA<br>HELENA (L/S) | CUSTO DE ENERGIA                         |                                                  |                                                  | CUSTO DA<br>TUBULAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                                                       | HORAS DE<br>FUNCIONA-<br>MENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL<br>DE DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO<br>ANUAL DE<br>CONSUMO DE<br>ENERGIA (R\$) |                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2021          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2022          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2023          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2024          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2025          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2026          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2027          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2028          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2029          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2030          | 31                                                    | 1,3                                      | 109.672,95                                       | 15.206.542,56                                    | 15.206.542,56                  | 15.351.941,14     | 2.804.742,25               |
| 2031          | 48                                                    | 2,0                                      | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 164.982,56        | 26.912,23                  |
| 2032          | 75                                                    | 3,1                                      | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 195.302,05        | 28.444,64                  |
| 2033          | 116                                                   | 4,8                                      | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 242.242,01        | 31.501,05                  |
| 2034          | 180                                                   | 7,4                                      | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 314.913,40        | 36.563,58                  |
| 2035          | 278                                                   | 11,5                                     | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 427.421,61        | 44.309,42                  |
| 2036          | 314                                                   | 13,0                                     | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 467.927,53        | 43.311,19                  |
| 2037          | 354                                                   | 14,6                                     | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 513.597,05        | 42.444,95                  |
| 2038          | 399                                                   | 16,5                                     | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 565.088,43        | 41.696,72                  |
| 2039          | 450                                                   | 18,6                                     | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 623.143,81        | 41.054,03                  |
| 2040          | 507                                                   | 21,0                                     | 109.672,95                                       |                                                  |                                | 688.599,97        | 40.505,73                  |
| <b>TOTAIS</b> |                                                       |                                          |                                                  |                                                  |                                |                   | <b>3.181.485,78</b>        |



- Opção com DN 600

- Material Ferro Fundido
- Diâmetro = 600 mm
- Velocidade = 2,05 m/s
- Extensão do recalque = 5.922 m
- Extensão trecho por gravidade = 3.681 m
- Extensão total = 9.603 m
- Rugosidade  $k = 0,2$  mm
- Coeficiente de Perda de Carga:  $f = 0,016$
- Perda de Carga Unitária = 0,00572 m/m
- Perda de Carga Distribuída =  $5.922 \times 0,00572 = 33,86$  m
- AMT =  $40 + 33,86 = 73,86$  m
- Potência de uma Moto-Bomba =  $580 / 3 \times 73,86 / 75 / 0,80 = 238$  CV  $\Rightarrow 250$  CV
- Custo Unit. Forn./Assent. tubo = R\$ 1.175,93 / m (**Apêndice 3, Quadro 3**)
- Custo da Tubulação =  $9.603 \times 1.175,93 =$  R\$ 11.292.455,79
- Potência Total = 1000 CV
- Potência Útil = 750 CV
- Vazão Nominal = 580 L/s
- Taxa Anual de Juros = 12%
- Tarifa de Energia:
  - Demanda = 15,5221 R\$/kW/mês
  - Consumo = 0,1711 R\$/kWh

Não foram considerados diâmetros menores que 600 mm por resultarem em velocidades elevadas na tubulação.

Da análise anterior, obtém-se que o diâmetro de 600 mm é o mais econômico. Portanto, os equipamentos de recalque serão previstos para a adutora com este diâmetro, conforme apresentado a seguir.

- Diâmetro econômico = 600 mm
- Bomba selecionada: 12 QL 20B; rotação = 1.175 rpm

Verificação do trecho por gravidade:

- Extensão = 3.681 m
  - Diâmetro = 0,6 m
  - Diferença de nível =  $65 - 28 = 37$  m
- $$37 = 0,013 \times 3681 / 0,6 \times (Q / ((0,6^2) \times 3,14 / 4))^2 / 19,6$$
- $$Q = 0,85 \text{ m}^3/\text{s} > 0,58 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{Ok}$$

**Quadro 1.66 - Alternativa de diâmetro - captação à fio d'água no rio Pojuca, DN 600 mm**

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>POJUCA -<br>SANTA<br>HELENA (L/S) | CUSTO DE ENERGIA                         |                                                  |                                                  | CUSTO DA<br>TUBULAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                                                       | HORAS DE<br>FUNCIONA-<br>MENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL<br>DE DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO<br>ANUAL DE<br>CONSUMO DE<br>ENERGIA (R\$) |                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2021          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2022          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2023          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2024          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2025          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2026          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2027          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2028          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2029          | 0                                                     | 0,0                                      | 0,00                                             | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2030          | 31                                                    | 1,3                                      | 137.091,19                                       | 44.657,03                                        | 11.292.455,79                  | 11.474.204,01     | 2.096.294,17               |
| 2031          | 48                                                    | 2,0                                      | 137.091,19                                       | 69.137,02                                        |                                | 206.228,20        | 33.640,29                  |
| 2032          | 75                                                    | 3,1                                      | 137.091,19                                       | 107.036,38                                       |                                | 244.127,57        | 35.555,80                  |
| 2033          | 116                                                   | 4,8                                      | 137.091,19                                       | 165.711,33                                       |                                | 302.802,51        | 39.376,31                  |
| 2034          | 180                                                   | 7,4                                      | 137.091,19                                       | 256.550,56                                       |                                | 393.641,75        | 45.704,47                  |
| 2035          | 278                                                   | 11,5                                     | 137.091,19                                       | 397.185,83                                       |                                | 534.277,02        | 55.386,77                  |
| 2036          | 314                                                   | 13,0                                     | 137.091,19                                       | 447.818,23                                       |                                | 584.909,41        | 54.138,99                  |
| 2037          | 354                                                   | 14,6                                     | 137.091,19                                       | 504.905,13                                       |                                | 641.996,32        | 53.056,19                  |
| 2038          | 399                                                   | 16,5                                     | 137.091,19                                       | 569.269,35                                       |                                | 706.360,54        | 52.120,90                  |
| 2039          | 450                                                   | 18,6                                     | 137.091,19                                       | 641.838,58                                       |                                | 778.929,77        | 51.317,53                  |
| 2040          | 507                                                   | 21,0                                     | 137.091,19                                       | 723.658,78                                       |                                | 860.749,97        | 50.632,16                  |
| <b>TOTAIS</b> |                                                       |                                          |                                                  |                                                  |                                |                   | <b>2.567.223,58</b>        |

A **Figura 1.28** a seguir ilustra a concepção da estrutura de captação a fio d'água no rio Pojuca.

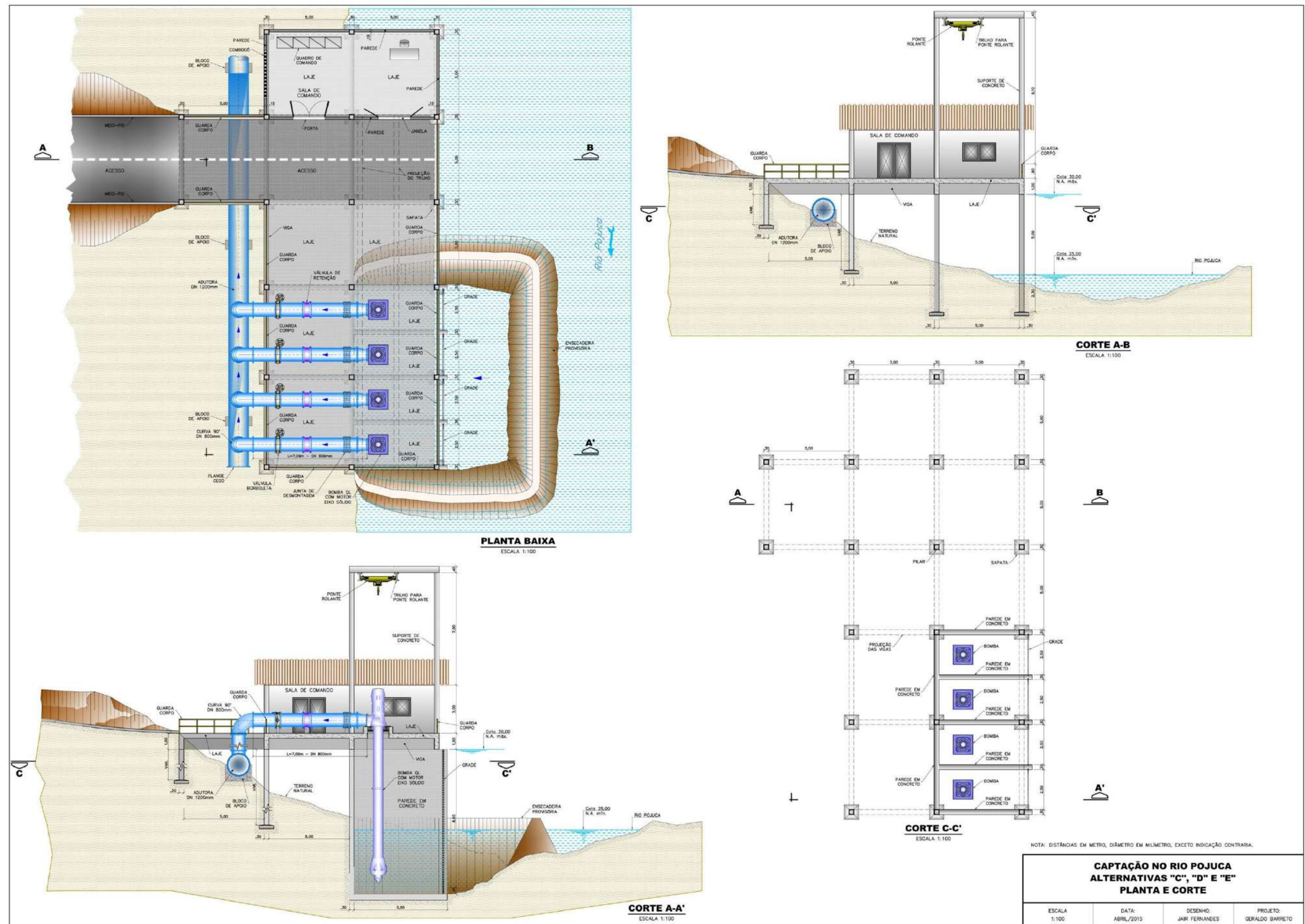


Figura 1.28 - Desenho esquemático da estrutura de captação a fio d'água no rio Pojuca



• **Avaliação do custo das estruturas de Reversão do rio Pojuca para a represa de Santa Helena**

A reversão de 580 L/s do rio Pojuca para a represa de Santa Helena exigirá a construção de uma barragem de nível, uma estação elevatória de recalque e uma adutora em Ferro Fundido DN 600, cujos custos de investimento e operação estão sintetizados no **Quadro 1.67**.

Para estimativa dos custos da barragem empregou-se metodologia baseada em curva de custo paramétrica que relaciona o preço do barramento com o volume acumulado, apresentada em detalhes na descrição da **Alternativa F**, adiante descrita. Além da equação definidora do custo da barragem ( $y = 9.483.951,35 \cdot x^{0,49}$ ), outros custos associados, tais como projeto da barragem, desapropriação da área inundada, reassentamentos e eventuais, foram estimados a partir de critérios estabelecidos na metodologia supracitada, admitindo-se no presente caso algumas simplificações por tratar-se de barragem de menor porte do que a considerada na **Alternativa F**.

O custo global da elevatória do Pojuca foi determinado pela curva de custo apresentada no **Apêndice 3, Figura 8**, decompondo-se posteriormente esse custo entre os seus principais componentes.

O custo da adutora Pojuca - Santa Helena foi determinado a partir do custo unitário para tubo de ferro fundido (**Apêndice 3, Quadro 3**) e da extensão da adutora.

**Quadro 1.67** - Estimativa de custo das estruturas de Reversão do rio Pojuca para a represa de Santa Helena

| ITEM                                          | DESCRIÇÃO                                                                                                                                    | QUANT     | PREÇO UNITÁRIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$)    |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|----------------------|
| <b>Custos de investimento:</b>                |                                                                                                                                              |           |                      |                      |
| 1                                             | - Estação Elevatória do Pojuca:                                                                                                              |           |                      |                      |
|                                               | - Conjunto motobomba FLOWSERVE modelo 12 QL 20 B, com motor de 250 cv                                                                        | 4         | 440.000,00           | 1.760.000,00         |
|                                               | - Válvula de retenção de fechamento rápido tipo CLASAR, DN 300 mm                                                                            | 4         | 15.000,00            | 60.000,00            |
|                                               | - Válvula borboleta de acordo com a norma AWWA C-504 DN 300 mm                                                                               | 4         | 8.700,00             | 34.800,00            |
|                                               | - Junta de desmontagem travada axialmente DN 300 mm                                                                                          | 4         | 4.100,00             | 16.400,00            |
|                                               | - Montagem                                                                                                                                   | Verba     |                      | 150.000,00           |
|                                               | - Obras civis                                                                                                                                | Verba     |                      | 1.200.000,00         |
|                                               | - Monovia e talha manual                                                                                                                     | Verba     |                      | 35.000,00            |
|                                               | - Sistema Elétrico EEAB Pojuca - Santa Helena (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b> | Verba     |                      | 2.670.000,00         |
| 2                                             | Adutora para Santa Helena, FºFº DN 600                                                                                                       | 9.603 m   | 1.175,93             | 11.292.455,79        |
| 3                                             | Barragem de nível no rio Pojuca (altura = 5 m; vol. acumulado = 11,48 hm³)                                                                   |           |                      |                      |
|                                               | - Obras civis / equipamentos (equação curva de custo: $y = 9.483.951,35 \cdot x^{0,49}$ )                                                    | 11,48 hm³ |                      | 31.359.000,00        |
|                                               | - Projeto da barragem (3% obras civis / equipamentos)                                                                                        |           |                      | 940.770,00           |
|                                               | - Desapropriação da área inundada                                                                                                            | 884,8 ha  | 5.000,00             | 4.424.000,00         |
|                                               | - Reassentamentos                                                                                                                            | verba     |                      | 5.000.000,00         |
|                                               | - Subtotal (barragem)                                                                                                                        |           |                      | 41.723.770,00        |
|                                               | - Eventuais (10% do subtotal)                                                                                                                |           |                      | 4.172.377,00         |
| 4                                             | Total dos investimentos em 2030                                                                                                              |           |                      | 63.114.802,79        |
| 5                                             | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                                       |           |                      | 11.530.838,50        |
| <b>Custos de operação, em valor presente:</b> |                                                                                                                                              |           |                      |                      |
| 6                                             | Custo de operação da elevatória de recalque Pojuca - Santa Helena DN 600 mm ( <b>Quadro 1.68</b> )                                           |           |                      | 1.797.252,00         |
| <b>TOTAL EM VALOR PRESENTE (5 + 6)</b>        |                                                                                                                                              |           |                      | <b>13.328.090,50</b> |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)



**Quadro 1.68 - Custo de operação do recalque Pojuca - Santa Helena DN 600 mm, para a vazão de 580 L/s**

Potência total = 1.000 cv

Vazão nominal = 580 L/s

Potência útil = 750 cv

Taxa anual de Juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

Investimentos: Elevatória = R\$ 6.256.200,00

Adutora = R\$ 11.321.854,04

Barragem = R\$ 45.896.147,00

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>POJUCA<br>- SANTA<br>HELENA<br>(L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                                           |                                                        | CUSTO DE<br>PESSOAL<br>DE<br>OPERAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO DE<br>MANUTENÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                                                          | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO<br>ANUAL<br>DE<br>DEMANDA<br>DE<br>ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO<br>ANUAL DE<br>CONSUMO<br>DE<br>ENERGIA<br>(R\$) |                                                |                                 | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2021          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2022          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2023          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2024          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2025          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2026          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2027          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2028          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2029          | 0                                                        | 0,0                                 | 0,00                                                      | 0,00                                                   | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2030          | 31                                                       | 1,3                                 | 137.091,19                                                | 44.657,03                                              | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.246.068,27      | 227.652,01                 |
| 2031          | 48                                                       | 2,0                                 | 137.091,19                                                | 69.137,02                                              | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.270.548,25      | 207.253,94                 |
| 2032          | 75                                                       | 3,1                                 | 137.091,19                                                | 107.036,38                                             | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.308.447,62      | 190.567,99                 |
| 2033          | 116                                                      | 4,8                                 | 137.091,19                                                | 165.711,33                                             | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.367.122,56      | 177.780,06                 |
| 2034          | 180                                                      | 7,4                                 | 137.091,19                                                | 256.550,56                                             | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.457.961,80      | 169.279,25                 |
| 2035          | 278                                                      | 11,5                                | 137.091,19                                                | 397.185,83                                             | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.598.597,07      | 165.721,39                 |
| 2036          | 314                                                      | 13,0                                | 137.091,19                                                | 447.818,23                                             | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.649.229,46      | 152.652,04                 |
| 2037          | 354                                                      | 14,6                                | 137.091,19                                                | 504.905,13                                             | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.706.316,36      | 141.014,27                 |
| 2038          | 399                                                      | 16,5                                | 137.091,19                                                | 569.269,35                                             | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.770.680,58      | 130.654,90                 |
| 2039          | 450                                                      | 18,6                                | 137.091,19                                                | 641.838,58                                             | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.843.249,81      | 121.437,17                 |
| 2040          | 507                                                      | 21,0                                | 137.091,19                                                | 723.658,78                                             | 196.124,02                                     | 868.196,03                      | 1.925.070,02      | 113.238,98                 |
| <b>TOTAIS</b> |                                                          |                                     |                                                           |                                                        |                                                |                                 |                   | <b>1.797.252,00</b>        |

**Notas:**

- Vazão nominal = vazão de bombeamento fora de ponta (21 horas) = 580 L/s
- Custo de pessoal de operação da elevatória conforme **Apêndice 3, item 2.2**
- Custo de manutenção: conforme **Apêndice 3, item 2.2** (percentuais sobre investimento: 5% para elevatórias, 1% para adutoras e 1% para barragens)

**d) Ampliação da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**e) Ampliação da elevatória de água tratada da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**f) Resumo dos custos da alternativa C**

O **Quadro 1.69** sintetiza os custos da alternativa C, incluindo investimentos e os custos operacionais eleitos para fins de comparação das alternativas.

**Quadro 1.69 - Resumo dos custos da Alternativa C**

| INTERVEN-<br>ÇÃO | DESCRIÇÃO                                                            | CUSTO EM VALOR PRESENTE (R\$) |                       |                       |
|------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                  |                                                                      | Investimentos                 | Operacionais          | Total                 |
| 1                | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                           | 125.118.578,59                | 202.159.275,82        | 327.277.854,41        |
| 2                | Inserção de <i>booster</i> na Adutora de Pedra do Cavalo (1.500 L/s) | 26.330.308,39                 | 209.000.548,49        | 235.330.856,88        |
| 3                | Captação a fio d'água no rio Pojuca (507 L/s)                        | 11.530.838,50                 | 1.797.252,00          | 13.328.090,50         |
| 4                | Ampliação da ETA Principal                                           | 104.654.568,30                |                       | 104.654.568,30        |
| 5                | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal             | 20.494.136,00                 |                       | 20.494.136,00         |
| <b>TOTAL</b>     |                                                                      | <b>288.128.429,77</b>         | <b>412.957.076,31</b> | <b>701.085.506,08</b> |

**Nota:** mês de referência da estimativa de custo – Julho 2014

#### 1.1.3.4 Alternativa D

A **Alternativa D** consiste de três aproveitamentos para compensar o déficit de disponibilidade hídrica, estimado em 4,56 m³/s para fim de plano. Estas intervenções, em ordem cronológica de implantação, são as seguintes:

- a) Implantação imediata de nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II, para incrementar a oferta existente em 2,55 m³/s, a partir de 2018;
- b) Duplicação parcial da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo, com 17 km de tubulação DN 2000 em paralelo à linha existente, adicionando uma vazão de 1,5 m³/s no sistema adutor, a partir de 2020;
- c) Captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão de uma vazão de 0,51 m³/s para a represa de Santa Helena, a partir de 2030.

A **Alternativa D** diferencia-se da **Alternativa C** somente na intervenção “b”, sendo o *booster* previsto nesta última substituído por duplicação parcial desta adutora, com 17 km de tubulação DN 2000 em paralelo à linha existente, exatamente como previsto na **Alternativa B**.

Tal como o *booster*, a duplicação parcial da adutora de gravidade de Pedra do Cavalo adicionará a vazão de 1,5 m³/s, a partir de 2020. Assim, o balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e das estações de tratamento para a **Alternativa D (Quadro 1. 70)** é semelhante ao da **Alternativa C**.

A **Figura 1.29** mostra o esquema geral da **Alternativa D**, com a previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040.

**Quadro 1. 70 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa D**

| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s |                                                               |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                                                |                                                |                                                   |                                      |                      | RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS Q <sub>100%</sub> |                       |                                                     |                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Demandas a serem atendidas pela ETA Bolandeira   | Mananciais                                                    |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                                                |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Ipitanga I + Ipitanga II                                      |                                          |                                    |                                                          |                                                    | Joanes I + Joanes II                                           |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Q <sub>reg.100%</sub> Ipit.I + Ipit.II                        | Retiradas                                |                                    | Saldo (vazões médias na adutora Ipitanga I - Bolandeira) | Q <sub>reg.100%</sub> em Joanes I                  | Vazão de restituição em Joanes I                               | Vazões Médias na Adutora Joanes I - Bolandeira |                                                   |                                      |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                               | Vazões industriais (Gerdau e Norsa)      | Vazão de restituição em Ipitanga I |                                                          |                                                    |                                                                | Disponível em Joanes I                         | Importada de Joanes II                            | Total                                |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | (1)                                              | (2)                                                           | (3)                                      | (4)                                | (5)=(2)-(3)-(4)                                          | (6)                                                | (7)                                                            | (8)=(6)-(7)                                    | (9)=(1)-(5)-(8)                                   | (10)=(8)+(9)                         |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                           | 80                                       | 40                                 | 280                                                      | 600                                                | 210                                                            | 390                                            | 2.867                                             | 3.257                                |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                           | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                                            | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                           | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                                            | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                           | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                                            | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                           | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                                            | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                           | 150                                      | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                                            | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                               |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                                                |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s  |                                                               |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                                                |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Demandas a serem atendidas pela ETA Principal    | Mananciais                                                    |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                                                |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Pedra do Cavalo                                               |                                          |                                    |                                                          | Represa Joanes II                                  |                                                                |                                                | Represa Santa Helena                              |                                      |                      |                                                       |                       | Rio Pojuca                                          |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Vazão operacional (adutora existente com duplicação de 17 Km) | Vazões derivadas da adutora (ver Nota 1) | Vazões afluentes a ETA Principal   | Q <sub>reg.100%</sub>                                    | Retiradas                                          |                                                                |                                                | Retiradas                                         |                                      |                      | Cota 10,00 m                                          |                       | Vazões da captação a fio d'água no rio Pojuca       |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                               |                                          |                                    |                                                          | Vazões Médias na adutora Joanes II - ETA Principal | Restituição para Joanes I (para atendimento da ETA Bolandeira) | Total                                          | Vazões Médias na adutora Santa Helena - Joanes II | Vazões para Braskem / Polo Logístico | Vazão de restituição | Total                                                 | Q <sub>reg.100%</sub> |                                                     | Disponibilidade em Santa Helena na cota 10,00 m     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | (11)                                             | (12)=(11)+(13)-(16)                                           | (13)                                     | (14)=(12)-(13)                     | (15)                                                     | (16)=(11)-(14)                                     | (17)=(9)                                                       | (18)=(16)+(17)                                 | (19)=(18)-(15)                                    | (20)                                 | (21)                 | (22)=(19)+(20)+(21)                                   | (23)                  | (24)<br>SE(23)>(22)<br>V:(24)=(23)-(22)<br>F:(24)=0 | (25)<br>SE(21)<(22)<br>V:(25)=0<br>F:(25)=(22)-(23) |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 7.708                                            | 7.000                                                         | 1.250                                    | 5.750                              | 1.820                                                    | 1.957                                              | 2.867                                                          | 4.824                                          | 3.004                                             | 770                                  | 1.990                | 5.764                                                 | 6.600                 | 836                                                 | 0                                                   |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.153                                            | 7.852                                                         | 1.792                                    | 6.060                              | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                                          | 5.030                                          | 3.210                                             | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                 | 6.600                 | 0                                                   | 0                                                   |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.517                                            | 8.228                                                         | 1.804                                    | 6.424                              | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                                          | 5.030                                          | 3.210                                             | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                 | 6.600                 | 0                                                   | 0                                                   |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.799                                            | 8.500                                                         | 1.825                                    | 6.675                              | 1.820                                                    | 2.124                                              | 2.937                                                          | 5.061                                          | 3.241                                             | 1.400                                | 1.990                | 6.631                                                 | 6.600                 | 0                                                   | 31                                                  |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 9.029                                            | 8.500                                                         | 1.843                                    | 6.657                              | 1.820                                                    | 2.372                                              | 2.937                                                          | 5.308                                          | 3.488                                             | 1.400                                | 1.990                | 6.878                                                 | 6.600                 | 0                                                   | 278                                                 |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 9.239                                            | 8.500                                                         | 1.861                                    | 6.639                              | 1.820                                                    | 2.600                                              | 2.937                                                          | 5.537                                          | 3.717                                             | 1.400                                | 1.990                | 7.107                                                 | 6.600                 | 0                                                   | 507                                                 |
| Notas: (1) Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech, Outras); RLAM. |                                                  |                                                               |                                          |                                    |                                                          |                                                    |                                                                |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                       |                                                     |                                                     |



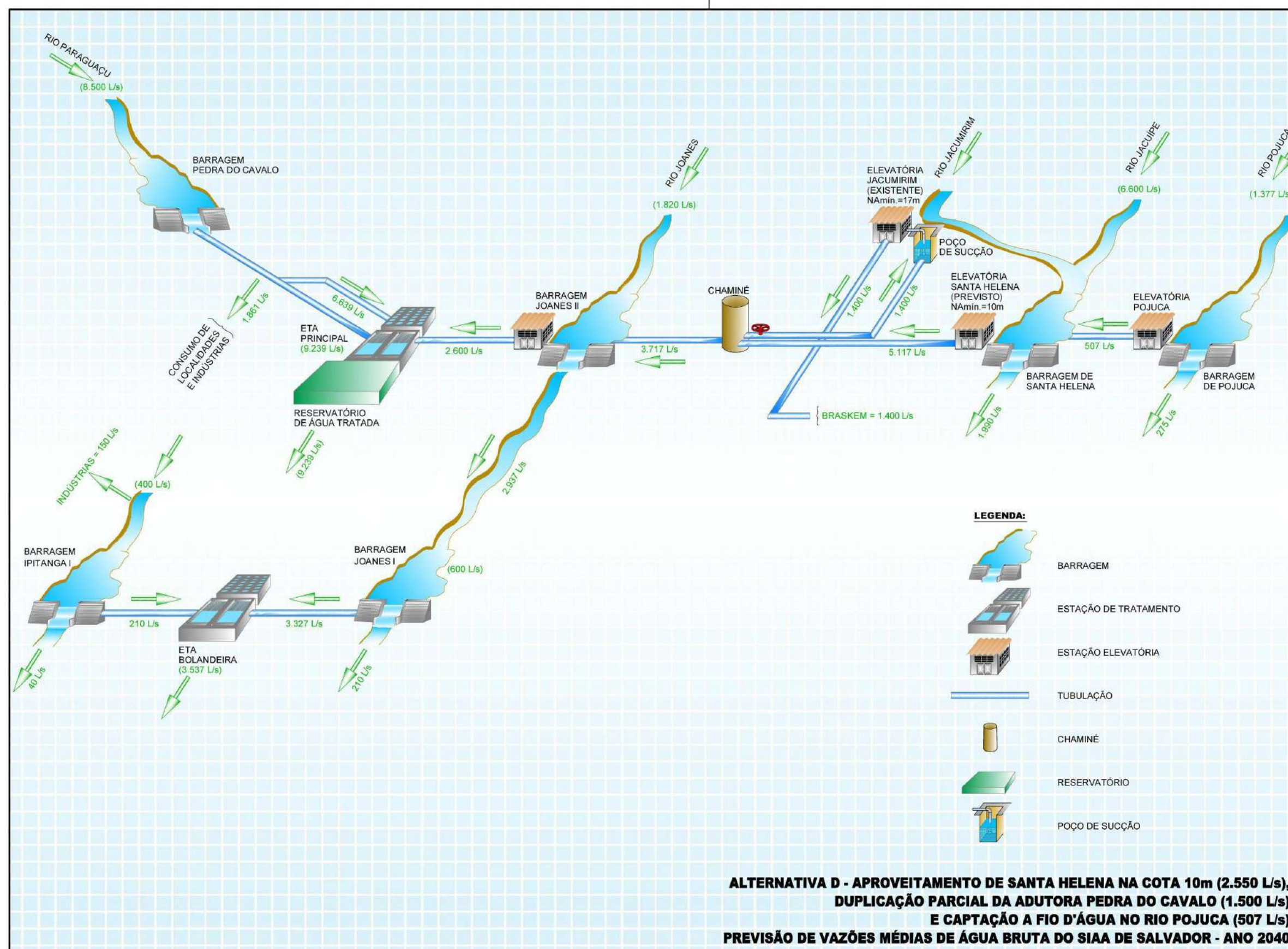


Figura 1.29 - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa D

**CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS NA ALTERNATIVA D****a) Aproveitamento do volume disponível na represa de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m**

Esta intervenção é idêntica à correspondente da **Alternativa C**, já descrita, com mesmas dimensões e custos.

**b) Duplicação parcial da adutora de gravidade de Pedra do Cavalo para adicionar a vazão de 1,5 m³/s**

Esta intervenção é idêntica à correspondente da **Alternativa B**, já descrita, com mesmas dimensões e custos.

**c) Captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão de 0,51 m³/s para a represa de Santa Helena**

Esta intervenção é idêntica à correspondente da **Alternativa C**, já descrita, com mesmas dimensões e custos.

**d) Ampliação da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**e) Ampliação da elevatória de água tratada da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**f) Resumo dos custos da alternativa D**

O **Quadro 1. 71** sintetiza os custos da alternativa D, incluindo investimentos e os custos operacionais eleitos para fins de comparação das alternativas.

**Quadro 1. 71 - Resumo dos custos da Alternativa D**

| INTERVEN-<br>ÇÃO | DESCRIÇÃO                                                     | CUSTO EM VALOR PRESENTE (R\$) |                |                |
|------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
|                  |                                                               | Investimentos                 | Operacionais   | Total          |
| 1                | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                    | 125.118.578,59                | 202.159.275,82 | 327.277.854,41 |
| 2                | Duplicação 17.130 m da Adutora de Pedra do Cavalo (1.500 L/s) | 133.383.081,69                | 179.788.796,71 | 313.171.878,41 |
| 3                | Captação a fio d'água no rio Pojuca (507 L/s)                 | 11.530.838,50                 | 1.797.252,00   | 13.328.090,50  |
| 4                | Ampliação da ETA Principal                                    | 104.654.568,30                |                | 104.654.568,30 |
| 5                | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal      | 20.494.136,00                 |                | 20.494.136,00  |
| TOTAL            |                                                               | 395.181.203,08                | 383.745.324,53 | 778.926.527,61 |

**Nota:** mês de referência da estimativa de custo – Julho 2014

### 1.1.3.5 Alternativa E

A **Alternativa E** consiste de três aproveitamentos para compensar o déficit de disponibilidade hídrica, estimado em 4,56 m³/s para fim de plano. Estas intervenções, em ordem cronológica de implantação, são as seguintes:

- Implantação imediata de nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II, para incrementar a oferta existente em 2,55 m³/s, a partir de 2018;
- Exploração de poços no aquífero São Sebastião, para ofertar até 1,50 m³/s, a partir de 2020;
- Captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão de uma vazão de 0,51 m³/s para a represa de Santa Helena, a partir de 2030.

A **Alternativa E** tem as intervenções “a” e “c” idênticas às correspondentes das **Alternativas C e D**, diferenciando-se destas na intervenção “b” em que se prevê aumentar a oferta de água bruta em 1,50 m³/s mediante exploração de poços no aquífero São Sebastião em vez de se obter este acréscimo de vazão por meio do *booster* ou da duplicação parcial da adutora Pedra do Cavalo, previstas nas **Alternativas C e D**.

As águas subterrâneas seriam encaminhadas diretamente ao reservatório de água tratada da ETA Principal, sendo beneficiadas apenas com as etapas de desinfecção e fluoreação.

Nesta configuração, o balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e das estações de tratamento seria representado pelos números constantes no **Quadro 1.72**.

A **Figura 1.30** mostra o esquema geral da **Alternativa E**, com a previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040.

### CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS NA ALTERNATIVA E

#### **a) Aproveitamento do volume disponível na represa de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m**

Esta intervenção é idêntica à correspondente da **Alternativa C** e **Alternativa D**, já descritas, com mesmas dimensões e custos.

#### **b) Exploração de poços no aquífero São Sebastião para adicionar a vazão de 1,50 m³/s**

A exploração de poços no aquífero São Sebastião é prevista na **Alternativa E** a partir de 2020, quando o acréscimo de oferta proporcionado pela intervenção de aproveitamento do volume de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m (2,55 m³/s) não seria suficiente para atender as demandas com 100% de garantia. Haveria nesse momento um déficit de disponibilidade dos mananciais de 2,01 m³/s em relação à demanda de fim de plano. Deste déficit, 1,50 m³/s seria coberto por um sistema de captação de águas subterrâneas no aquífero São Sebastião.

#### • **Pré-dimensionamento das Bombas dos Poços**

Para fins de pré-dimensionamento adotou-se a configuração hipotética do sistema apresentada na **Figura 1.31** e **Figura 1.32**. Ressalva-se que a espacialização real deverá levar em conta a análise pormenorizada do relevo e geologia local visando otimizar a perfuração dos poços.

- Vazão média para funcionamento 24 h = 1.500 L/s [vem do **Quadro 1.72**, coluna (25), ano 2040]
- Vazão dos poços no período fora de ponta =  $1.500 \times 24 / 21 = 1.714$  L/s
- Distância média entre dois poços vizinhos = 800 m
- Vazão máxima diária de cada poço =  $1.714 / 30 \times 1,2 = 68,56$  L/s



Quadro 1.72 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa E

| Ano                                                                                                                                                                                                                                                 | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s                                                                                        |                                          |                                        |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                                    |                                                   |                                      |                      | RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS Q <sub>100%</sub> |                                |                                                                                                                |                                                     |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                     | Demandas a serem atendidas pela ETA Bolandeira                                                                                          | Mananciais                               |                                        |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                                    |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                                                                                |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         | Ipitanga I + Ipitanga II                 |                                        |                                    |                                                          |                                                    | Joanes I + Joanes II                       |                                                                    |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                                                                                |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         | Q <sub>reg.100%</sub> (Ipit.I + Ipit.II) | Retiradas                              |                                    | Saldo (vazões médias na adutora Ipitanga I - Bolandeira) | Q <sub>reg.100%</sub> em Joanes I                  | Vazão de restituição em Joanes I           | Vazões Médias na Adutora Joanes I - Bolandeira                     |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                                                                                |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         |                                          | Vazões industriais (Gerdau e Norsa)    | Vazão de restituição em Ipitanga I |                                                          |                                                    |                                            | Disponível em Joanes I                                             | Importada de Joanes II                            | Total                                |                      |                                                       |                                |                                                                                                                |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     | (1)                                                                                                                                     | (2)                                      | (3)                                    | (4)                                | (5)=(2)-(3)-(4)                                          | (6)                                                | (7)                                        | (8)=(6)-(7)                                                        | (9)=(1)-(5)-(8)                                   | (10)=(8)+(9)                         |                      | Reservatório                                          | NA <sub>min.</sub> Operacional | Q <sub>reg.100%</sub>                                                                                          | Vazão de Restituição em Regime Normal               |                                                     |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                                                                                                                   | 400                                      | 80                                     | 40                                 | 280                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                                                | 2.867                                             | 3.257                                |                      | Santa Helena                                          | 17,00                          | 4,05                                                                                                           | 1,99                                                |                                                     |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                                                                                                                   | 400                                      | 150                                    | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                                                | 2.937                                             | 3.327                                |                      |                                                       | 10,00                          | 6,60                                                                                                           |                                                     |                                                     |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                                                                                                                   | 400                                      | 150                                    | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                                                | 2.937                                             | 3.327                                |                      | Joanes I                                              | 14,50                          | 0,60                                                                                                           | 0,21                                                |                                                     |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                                                                                                                   | 400                                      | 150                                    | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                                                | 2.937                                             | 3.327                                |                      | Joanes II                                             | 24,90                          | 1,82                                                                                                           | 0,63                                                |                                                     |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                                                                                                                   | 400                                      | 150                                    | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                                                | 2.937                                             | 3.327                                |                      | Ipitanga I                                            | 23,00                          | 0,13                                                                                                           | 0,04                                                |                                                     |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                                                                                                                   | 400                                      | 150                                    | 40                                 | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                                                | 2.937                                             | 3.327                                |                      | Ipitanga II                                           | 48,43                          | 0,27                                                                                                           | 0,09                                                |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         |                                          |                                        |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                                    |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                                                                                |                                                     |                                                     |
| BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         |                                          |                                        |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                                    |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                                                                                |                                                     |                                                     |
| Ano                                                                                                                                                                                                                                                 | Soma das demandas previstas na ETA Principal (mananciais superficiais) e no reservatório de água tratada da ETA (aquífero S. Sebastião) | Mananciais                               |                                        |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                                    |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                                                                                |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         | Pedra do Cavalo                          |                                        |                                    | Represa Joanes II                                        |                                                    |                                            | Represa Santa Helena                                               |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                | Aquífero São Sebastião (vazões encaminhadas ao reservatório de água tratada da ETA Principal a partir de 2020) | Rio Pojuca (captação a fio d'água a partir de 2030) |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         | Vazão Nominal da adutora existente       | Vazões derivadas da adutora (ver Nota) | Vazões afluentes a ETA Principal   | Q <sub>reg.100%</sub>                                    | Retiradas                                          |                                            |                                                                    | Retiradas                                         |                                      |                      |                                                       | Cota 10,0 m                    |                                                                                                                |                                                     |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         |                                          |                                        |                                    |                                                          | Vazões Médias na adutora Joanes II - ETA Principal | Restituição para Joanes I (ETA Bolandeira) | Total                                                              | Vazões Médias na adutora Santa Helena - Joanes II | Vazões para Braskem / Polo Logístico | Vazão de restituição | Total                                                 | Q <sub>reg.100%</sub>          |                                                                                                                |                                                     | Disponibilidade em Santa Helena na cota 10,00 m     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         |                                          | (11)                                   | (12)                               | (13)                                                     | (14)=(12)-(13)                                     | (15)                                       | (16)<br>SE[(11)-(15)-1500]<2093<br>V:(16)=2093<br>F:(16)=(11)-(14) | (17)=(9)                                          | (18)=(16)+(17)                       | (19)=(18)-(15)       | (20)                                                  | (21)                           | (22)=(19)+(20)+(21)                                                                                            | (23)                                                | (24)<br>SE(23)>(22)<br>V:(24)=(23)-(22)<br>F:(24)=0 |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                | 7.708                                                                                                                                   | 7.000                                    | 1.250                                  | 5.750                              | 1.820                                                    | 1.957                                              | 2.867                                      | 4.824                                                              | 3.004                                             | 770                                  | 1.990                | 5.764                                                 | 6.600                          | 836                                                                                                            | 0                                                   | 0                                                   |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                | 8.153                                                                                                                                   | 7.000                                    | 1.792                                  | 5.208                              | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                      | 5.030                                                              | 3.210                                             | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                 | 6.600                          | 0                                                                                                              | 852                                                 | 0                                                   |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                | 8.517                                                                                                                                   | 7.000                                    | 1.804                                  | 5.196                              | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                      | 5.030                                                              | 3.210                                             | 1.400                                | 1.990                | 6.600                                                 | 6.600                          | 0                                                                                                              | 1.228                                               | 0                                                   |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                | 8.799                                                                                                                                   | 7.000                                    | 1.825                                  | 5.175                              | 1.820                                                    | 2.124                                              | 2.937                                      | 5.061                                                              | 3.241                                             | 1.400                                | 1.990                | 6.631                                                 | 6.600                          | 0                                                                                                              | 1.500                                               | 31                                                  |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                | 9.029                                                                                                                                   | 7.000                                    | 1.843                                  | 5.157                              | 1.820                                                    | 2.372                                              | 2.937                                      | 5.308                                                              | 3.488                                             | 1.400                                | 1.990                | 6.878                                                 | 6.600                          | 0                                                                                                              | 1.500                                               | 278                                                 |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                | 9.239                                                                                                                                   | 7.000                                    | 1.861                                  | 5.139                              | 1.820                                                    | 2.600                                              | 2.937                                      | 5.537                                                              | 3.717                                             | 1.400                                | 1.990                | 7.107                                                 | 6.600                          | 0                                                                                                              | 1.500                                               | 507                                                 |
| Nota: Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech, Outras); RLAM. |                                                                                                                                         |                                          |                                        |                                    |                                                          |                                                    |                                            |                                                                    |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                                                                                |                                                     |                                                     |



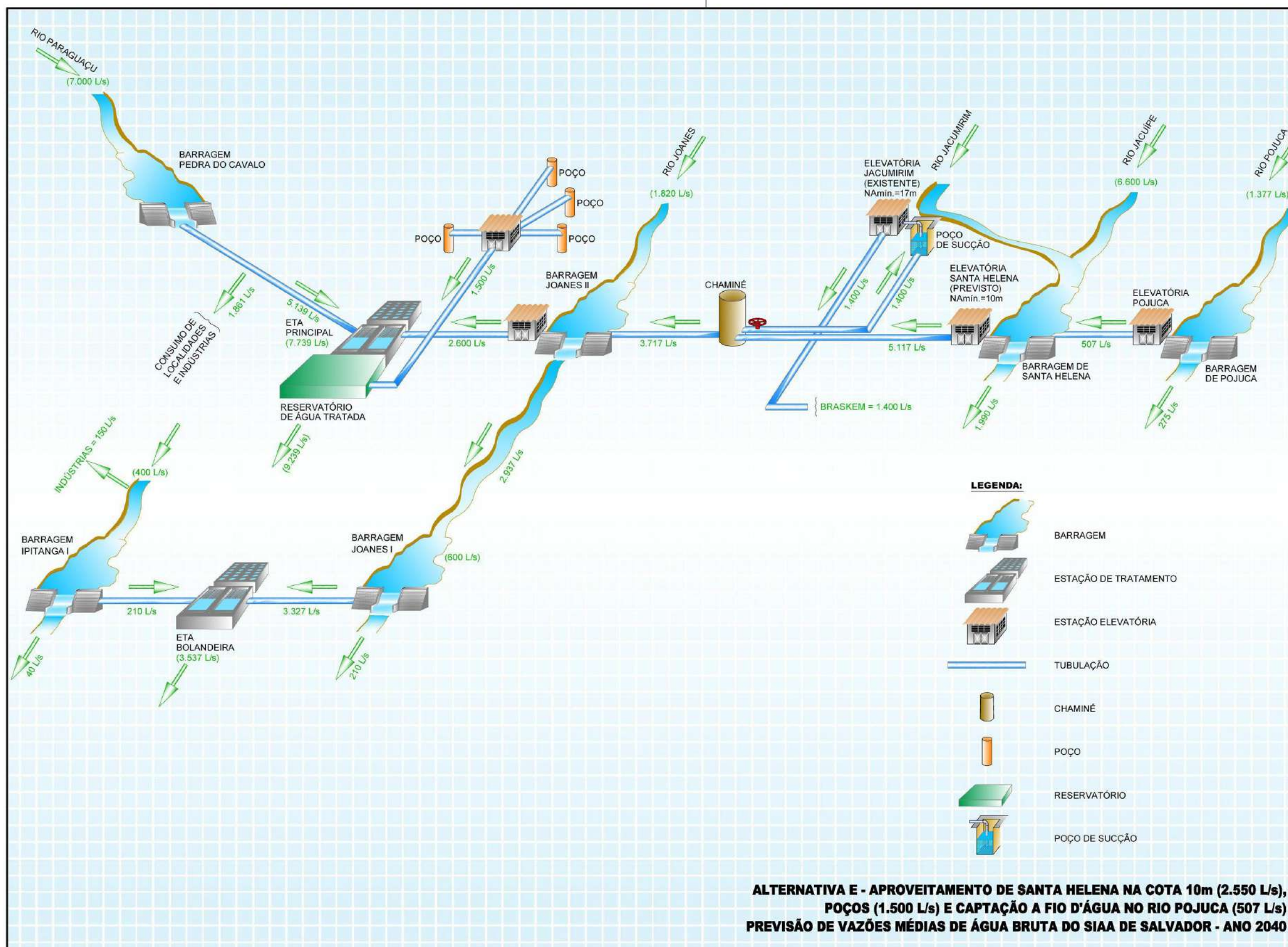


Figura 1.30 - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa E





Figura 1.31 - Captação de água subterrânea e adução para a ETA Principal – Alternativa E

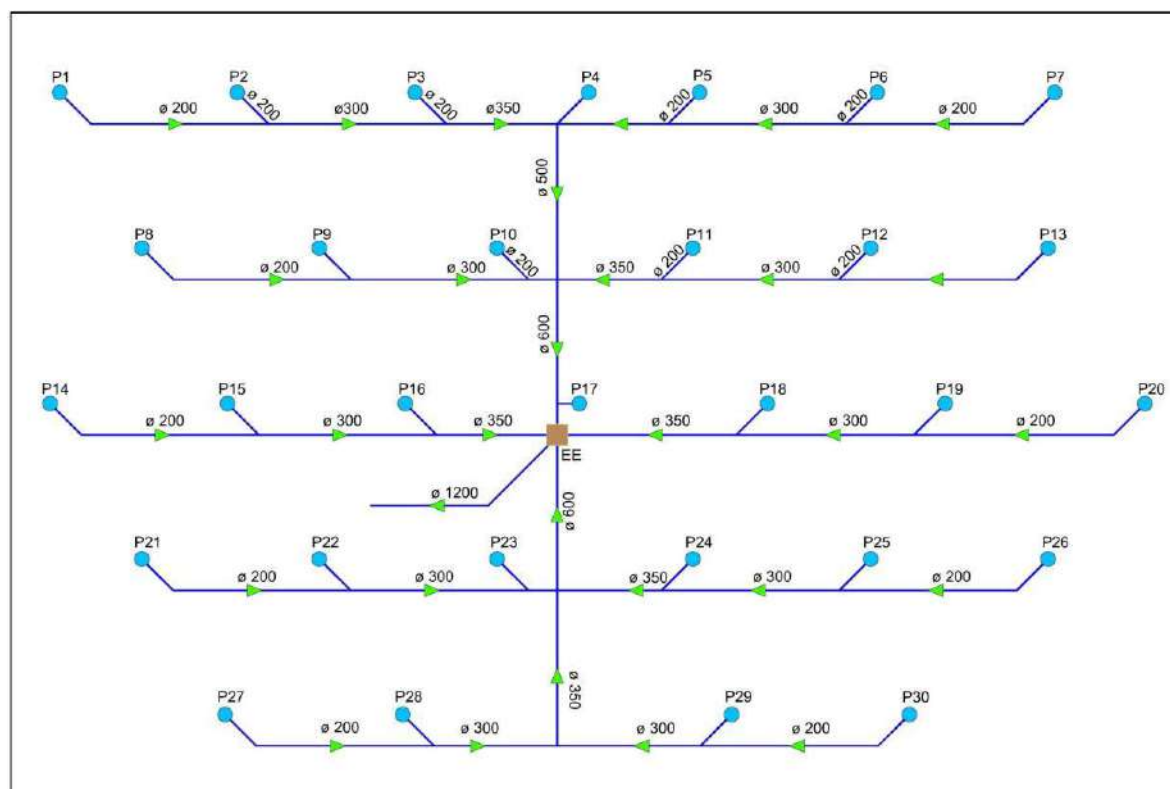


Figura 1.32 - Arranjo geral de 30 poços para a vazão média de 1.500 L/s – Alternativa E

- Maior percurso: P1 - P2 – P3 – P4 – P10 – P17 - E.E.
- Perdas de Carga:

**Quadro 1.73 - Perdas de Carga nas Adutoras dos Poços – Alternativa E**

| DN    | Q (L/s) | V (m/s) | L (m) | PERDA (m) |
|-------|---------|---------|-------|-----------|
| 250   | 68,56   | 2,18    | 1000  | 15,81     |
| 300   | 137,12  | 1,94    | 800   | 6,66      |
| 400   | 205,68  | 1,64    | 800   | 3,55      |
| 500   | 479,92  | 2,44    | 650   | 5,15      |
| 600   | 891,28  | 3,15    | 650   | 7,15      |
| 600   | 959,84  | 3,40    | 200   | 2,55      |
| TOTAL |         |         |       | 40,87     |

- Perda de carga na bomba = 6 m
- Nível Dinâmico = 45,00 m
- Desnível entre a boca do poço e o nível de chegada da água no reservatório da EE  $\cong 5,00$  m
- AMT =  $45,00 + 5,00 + 6,00 + 40,87 \cong 96,87$  m
- Potência do Motor =  $(68,56 \times 96,87) / (75 \times 0,80) = 110,69$  CV  $\cong 110$  CV
- Número de Poços = 30
- Potência Total =  $30 \times 110$  CV = 3.300 CV

- **Estação Elevatória da Caixa de Reunião dos Poços até a ETA Principal**

- Vazão média = 1500 L/s
- Vazão fora de ponta =  $1500 \times 24 / 21 = 1714$  L/s
- Vazão máxima diária =  $1.714 \times 1,2 = 2057$  L/s
- Diâmetro = 1.200 mm
- Velocidade = 1,82 m/s
- Extensão da Adutora = 11.000 m
- Perdas na Adutora =  $0,0155 \times (11.000 / 1,2) \times (1,82^2 / 19,6) = 24,01$  m
- N.A. na ETA = 122,60 m
- Cota Elevatória  $\cong 30,00$  m
- Altura Geométrica =  $122,60 - 30,00 = 93,60$  m
- AMT =  $93,60 + 24,01 = 117,61$  m
- Número de bombas = 3 + 1 Reserva
- Vazão de cada bomba =  $2.057 / 3 = 685,66$  L/s = 2.468 m<sup>3</sup>/h
- Potência do Motor =  $(685,66 \times 117,61) / (75 \times 0,85 \times 0,95) = 1.344$  CV  $\cong 1.350$  CV

• **Custos da Captação em 30 poços do Aquífero São Sebastião, com Vazão de 1.500 L/s**

O custo da alternativa será composto pelos custos de investimentos em perfuração dos poços, equipamentos de bombeio, adutoras e elevatória para a ETA Principal, acrescido dos custos operacionais de energia, de pessoal de operação, de manutenção e de produtos químicos empregados no tratamento da água, os quais se encontram sintetizados no **Quadro 1.74** apresentado a seguir.

**Quadro 1.74** - Estimativa de custo dos poços no Aquífero São Sebastião, com Vazão Média de 1.500 L/s

| ITEM                                          | DESCRIÇÃO                                                                                                                 | UNID. | QUANT. | PREÇO UNITÁRIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$)     |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|----------------------|-----------------------|
| <b>Custos de Investimento:</b>                |                                                                                                                           |       |        |                      |                       |
| <b>INVESTIMENTOS EM 2020</b>                  |                                                                                                                           |       |        |                      |                       |
| 1                                             | Poço profundo, equipado com bomba de eixo vertical EBARA, com potência de 110 CV                                          | un.   | 20     | 1.100.000,00         | 22.000.000,00         |
| 2                                             | Adutoras poços - caixa de reunião                                                                                         |       |        |                      |                       |
|                                               | DN 200, PVC DE Fº Fº                                                                                                      | m     | 7.000  | 271,18               | 1.898.260,00          |
|                                               | DN 300, PVC DE Fº Fº                                                                                                      | m     | 600    | 415,66               | 249.396,00            |
|                                               | DN 350, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 2.300  | 576,56               | 1.326.088,00          |
|                                               | DN 600, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 700    | 1.175,93             | 823.151,00            |
| 3                                             | Sistema Elétrico dos poços (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b> | Verba |        |                      | 6.700.000,00          |
| 4                                             | Adutora, caixa de reunião - ETA Principal, Ferro Fundido DN 1200 mm                                                       | m     | 11.000 | 3.989,67             | 43.886.370,00         |
| 5                                             | Estação Elevatória com potência de 4.050 CV                                                                               | Verba |        |                      | 7.040.000,00          |
| 6                                             | Conjunto Motobomba, de eixo horizontal, modelo FLOWSERVE 10-LNH-32, com potência de 1.350 CV                              |       | 4      | 750.000,00           | 3.000.000,00          |
| 7                                             | Caminho de serviço para manutenção dos poços, com 5 m de largura                                                          | m     | 13.300 | 147,00               | 1.955.100,00          |
| 8                                             | Casa de química para aplicação de clorogás e flúor                                                                        | Verba |        |                      | 500.000,00            |
| 9                                             | Total dos investimentos (2020)                                                                                            |       |        |                      | 89.378.365,00         |
| 10                                            | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                    |       |        |                      | 50.715.684,62         |
| <b>INVESTIMENTOS EM 2025</b>                  |                                                                                                                           |       |        |                      |                       |
| 11                                            | Poço profundo, equipado com bomba de eixo vertical EBARA, com potência de 110 CV                                          | un.   | 10     | 1.100.000,00         | 11.000.000,00         |
| 12                                            | Adutoras poços - caixa de reunião                                                                                         |       |        |                      |                       |
|                                               | DN 200, PVC DE Fº Fº                                                                                                      | m     | 4.000  | 271,18               | 1.084.720,00          |
|                                               | DN 300, PVC DE Fº Fº                                                                                                      | m     | 3.200  | 415,66               | 1.330.112,00          |
|                                               | DN 350, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 1.600  | 576,56               | 922.496,00            |
|                                               | DN 500, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 700    | 940,03               | 658.021,00            |
|                                               | DN 600, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 700    | 1.175,93             | 823.151,00            |
| 13                                            | Sistema Elétrico dos poços (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b> | Verba |        |                      | 3.350.000,00          |
| 14                                            | Caminho de serviço para manutenção dos poços, com 5 m de largura                                                          | m     | 13.300 | 147,00               | 1.955.100,00          |
| 15                                            | Total dos investimentos (2025)                                                                                            |       |        |                      | 21.123.600,00         |
| 16                                            | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                    |       |        |                      | 6.801.233,86          |
| <b>Custos de Operação, em valor presente:</b> |                                                                                                                           |       |        |                      |                       |
| 17                                            | Custo de energia da bateria dos poços ( <b>Quadro 1.75</b> )                                                              |       |        |                      | 12.047.728,30         |
| 18                                            | Custo de energia da elevatória de recalque da água dos poços para a ETA Principal ( <b>Quadro 1.76</b> )                  |       |        |                      | 15.675.270,79         |
| 19                                            | Custo de produtos químicos usados no tratamento de água ( <b>Quadro 1.77</b> )                                            |       |        |                      | 110.917.709,31        |
| 20                                            | Custo de manutenção de adutoras e elevatórias ( <b>Quadro 1.78</b> )                                                      |       |        |                      | 15.550.796,55         |
| 21                                            | Total dos custos de operação                                                                                              |       |        |                      | 154.191.504,95        |
| <b>TOTAL EM VALOR PRESENTE (10 + 16 + 21)</b> |                                                                                                                           |       |        |                      | <b>211.708.423,44</b> |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)



**Quadro 1.75 - Custo de energia da bateria de 30 poços profundos**

Ano 2020: Potência total = 2.200 cv Potência útil = 2.200 cv Vazão nominal = 1.371 L/s

Ano 2025: Potência total = 3.300 cv Potência útil = 3.300 cv Vazão nominal = 2.057 L/s

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh Taxa anual de Juros = 12%

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS (L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                               |                                               | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                        | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL DE<br>DEMANDA DE<br>ENERGIA (R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO DE<br>ENERGIA (R\$) | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 852                    | 14,9                                | 301.600,61                                    | 1.508.195,55                                  | 1.809.796,17      | 1.026.926,95               |
| 2021          | 917                    | 16,0                                | 301.600,61                                    | 1.622.721,42                                  | 1.924.322,04      | 974.921,43                 |
| 2022          | 986                    | 17,3                                | 301.600,61                                    | 1.745.943,89                                  | 2.047.544,50      | 926.205,15                 |
| 2023          | 1.061                  | 18,6                                | 301.600,61                                    | 1.878.523,35                                  | 2.180.123,96      | 880.515,50                 |
| 2024          | 1.142                  | 20,0                                | 301.600,61                                    | 2.021.170,31                                  | 2.322.770,92      | 837.614,48                 |
| 2025          | 1.228                  | 14,3                                | 452.400,92                                    | 2.174.120,67                                  | 2.626.521,59      | 845.669,66                 |
| 2026          | 1.279                  | 14,9                                | 452.400,92                                    | 2.262.702,64                                  | 2.715.103,56      | 780.527,39                 |
| 2027          | 1.331                  | 15,5                                | 452.400,92                                    | 2.354.893,78                                  | 2.807.294,70      | 720.562,63                 |
| 2028          | 1.385                  | 16,2                                | 452.400,92                                    | 2.450.841,13                                  | 2.903.242,05      | 665.348,15                 |
| 2029          | 1.441                  | 16,8                                | 452.400,92                                    | 2.550.697,75                                  | 3.003.098,67      | 614.493,49                 |
| 2030          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 567.641,64                 |
| 2031          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 506.822,89                 |
| 2032          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 452.520,44                 |
| 2033          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 404.036,10                 |
| 2034          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 360.746,52                 |
| 2035          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 322.095,11                 |
| 2036          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 287.584,92                 |
| 2037          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 256.772,25                 |
| 2038          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 229.260,94                 |
| 2039          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 204.697,26                 |
| 2040          | 1.500                  | 17,5                                | 452.400,92                                    | 2.654.622,90                                  | 3.107.023,82      | 182.765,41                 |
| <b>TOTAIS</b> |                        |                                     |                                               |                                               |                   | <b>12.047.728,30</b>       |

Notas:

- Vazão média por poço =  $1.500 \div 30 = 50$  L/s- Vazão nominal da bateria de poços = vazão de bombeamento  $Q_{\text{max,diária}}$  em 21 horas =  $[50 \times (24 \div 21) \times 1,2] \times 30 = 2.057$  L/s

- Implantação prevista em duas etapas: 20 poços em 2020 e mais 10 poços em 2025

**Quadro 1.76 - Custo de energia do recalque da caixa de reunião dos poços para a ETA Principal**

Ano 2020: Potência total = 4.050 cv Potência útil = 2.700 cv Vazão nominal = 1.371 L/s

Ano 2025: Potência total = 5.400 cv Potência útil = 4.050 cv Vazão nominal = 2.057 L/s

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh Taxa anual de Juros = 12%

| ANO    | VAZÕES<br>MÉDIAS (L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                               |                                               | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|--------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|        |                        | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL DE<br>DEMANDA DE<br>ENERGIA (R\$) | CUSTO ANUAL DE<br>CONSUMO DE<br>ENERGIA (R\$) | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015   | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2016   | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2017   | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2018   | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2019   | 0                      | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2020   | 852                    | 14,9                                | 555.219,31                                    | 1.850.967,27                                  | 2.406.186,58      | 1.365.334,89               |
| 2021   | 917                    | 16,0                                | 555.219,31                                    | 1.991.521,75                                  | 2.546.741,05      | 1.290.258,28               |
| 2022   | 986                    | 17,3                                | 555.219,31                                    | 2.142.749,32                                  | 2.697.968,63      | 1.220.423,99               |
| 2023   | 1.061                  | 18,6                                | 555.219,31                                    | 2.305.460,47                                  | 2.860.679,78      | 1.155.380,58               |
| 2024   | 1.142                  | 20,0                                | 555.219,31                                    | 2.480.527,20                                  | 3.035.746,51      | 1.094.720,62               |
| 2025   | 1.228                  | 14,3                                | 740.292,41                                    | 2.668.239,01                                  | 3.408.531,42      | 1.097.455,89               |
| 2026   | 1.279                  | 14,9                                | 740.292,41                                    | 2.776.953,24                                  | 3.517.245,65      | 1.011.124,08               |
| 2027   | 1.331                  | 15,5                                | 740.292,41                                    | 2.890.096,91                                  | 3.630.389,32      | 931.830,52                 |
| 2028   | 1.385                  | 16,2                                | 740.292,41                                    | 3.007.850,48                                  | 3.748.142,89      | 858.977,61                 |
| 2029   | 1.441                  | 16,8                                | 740.292,41                                    | 3.130.401,78                                  | 3.870.694,19      | 792.020,72                 |
| 2030   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 730.463,26                 |
| 2031   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 652.199,34                 |
| 2032   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 582.320,84                 |
| 2033   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 519.929,32                 |
| 2034   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 464.222,61                 |
| 2035   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 414.484,47                 |
| 2036   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 370.075,42                 |
| 2037   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 330.424,48                 |
| 2038   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 295.021,86                 |
| 2039   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 263.412,38                 |
| 2040   | 1.500                  | 17,5                                | 740.292,41                                    | 3.257.946,29                                  | 3.998.238,70      | 235.189,62                 |
| TOTAIS |                        |                                     |                                               |                                               |                   | 15.675.270,79              |

**Notas:**

- Vazão média na elevatória de recalque = 1.500 L/s

- Vazão nominal da elevatória = vazão de bombeamento  $Q_{\text{max.díaria}}$  em 21 horas =  $1.500 \times (24 \div 21) \times 1,2 = 2.057 \text{ L/s}$ 

- Implantação prevista em duas etapas: 20 poços em 2020 e 10 poços em 2025

Quadro 1.77 - Custo de produtos químicos usados no Tratamento da Água

| ANO   | POÇOS       |                                                  | ETA PRINCIPAL                                         |                                                   |               |                   |
|-------|-------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|-------------------|
|       | VAZÃO (L/s) | CLORAÇÃO E<br>FLUORAÇÃO<br>CUSTO POR<br>m³ (R\$) | VAZÃO<br>FORNECIDA<br>POR PEDRA<br>DO CAVALO<br>(L/s) | TRATAMENTO<br>COMPLETO -<br>CUSTO POR<br>m³ (R\$) | TOTAL         | VALOR<br>PRESENTE |
| 2015  | 0           | 0,00                                             | 5.750                                                 | 0,0708647                                         | 12.850.210,98 | 12.850.210,98     |
| 2016  | 0           | 0,00                                             | 5.637                                                 | 0,0708647                                         | 12.598.104,01 | 11.248.307,15     |
| 2017  | 0           | 0,00                                             | 5.527                                                 | 0,0708647                                         | 12.350.943,10 | 9.846.096,22      |
| 2018  | 0           | 0,00                                             | 5.418                                                 | 0,0708647                                         | 12.108.631,22 | 8.618.684,53      |
| 2019  | 0           | 0,00                                             | 5.312                                                 | 0,0708647                                         | 11.871.073,22 | 7.544.281,64      |
| 2020  | 852         | 0,0279234                                        | 5.208                                                 | 0,0708647                                         | 12.388.442,10 | 7.029.534,75      |
| 2021  | 917         | 0,0279234                                        | 5.205                                                 | 0,0708647                                         | 12.440.153,10 | 6.302.568,71      |
| 2022  | 986         | 0,0279234                                        | 5.203                                                 | 0,0708647                                         | 12.496.192,69 | 5.652.642,96      |
| 2023  | 1.061       | 0,0279234                                        | 5.201                                                 | 0,0708647                                         | 12.556.889,38 | 5.071.517,02      |
| 2024  | 1.142       | 0,0279234                                        | 5.198                                                 | 0,0708647                                         | 12.622.596,63 | 4.551.834,89      |
| 2025  | 1.228       | 0,0279234                                        | 5.196                                                 | 0,0708647                                         | 12.693.694,73 | 4.087.029,98      |
| 2026  | 1.279       | 0,0279234                                        | 5.192                                                 | 0,0708647                                         | 12.728.256,27 | 3.659.069,53      |
| 2027  | 1.331       | 0,0279234                                        | 5.187                                                 | 0,0708647                                         | 12.764.621,47 | 3.276.360,40      |
| 2028  | 1.385       | 0,0279234                                        | 5.183                                                 | 0,0708647                                         | 12.802.863,47 | 2.934.085,87      |
| 2029  | 1.441       | 0,0279234                                        | 5.179                                                 | 0,0708647                                         | 12.843.058,44 | 2.627.944,21      |
| 2030  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.175                                                 | 0,0708647                                         | 12.885.285,60 | 2.354.093,50      |
| 2031  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.171                                                 | 0,0708647                                         | 12.877.398,34 | 2.100.582,62      |
| 2032  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.168                                                 | 0,0708647                                         | 12.869.516,45 | 1.874.372,24      |
| 2033  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.164                                                 | 0,0708647                                         | 12.861.639,94 | 1.672.522,39      |
| 2034  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.161                                                 | 0,0708647                                         | 12.853.768,80 | 1.492.409,67      |
| 2035  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.157                                                 | 0,0708647                                         | 12.845.903,03 | 1.331.693,21      |
| 2036  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.153                                                 | 0,0708647                                         | 12.837.611,77 | 1.188.244,36      |
| 2037  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.150                                                 | 0,0708647                                         | 12.829.326,48 | 1.060.247,75      |
| 2038  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.146                                                 | 0,0708647                                         | 12.821.047,15 | 946.038,86        |
| 2039  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.142                                                 | 0,0708647                                         | 12.812.773,78 | 844.132,49        |
| 2040  | 1.500       | 0,0279234                                        | 5.139                                                 | 0,0708647                                         | 12.804.506,35 | 753.203,40        |
| TOTAL |             |                                                  |                                                       |                                                   |               | 110.917.709,31    |

Nota:

- Composição do custo de produtos químicos por m³ de água tratada conforme **Apêndice 3, item 2.2.**
- Custo do tratamento da água de Pedra do Cavalo na ETA Principal: para simplificação, esse custo foi agregado ao custo da intervenção "b", correspondente à exploração de água subterrânea no aquífero São Sebastião.

**Quadro 1.78 - Custo de pessoal de operação e manutenção de novas adutoras e elevatórias**

| ANO          | CUSTOS DE MANUTENÇÃO                                                              |                                                                                       | CUSTOS DE PESSOAL DE OPERAÇÃO               |                                          | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------|----------------------|
|              | ADUTORAS<br>Investimentos<br>2020/2025 =<br>R\$ 50.138.365,00<br>R\$ 6.773.600,00 | ELEVATÓRIAS<br>Investimentos<br>2020/2025 =<br>R\$ 39.240.000,00<br>R\$ 14.350.000,00 | E.E. CAIXA DE<br>REUNIÃO - ETA<br>PRINCIPAL | RECALQUES<br>POÇOS - CAIXA<br>DE REUNIÃO | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE    |
| 2015         | 0,00                                                                              | 0,00                                                                                  | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2016         | 0,00                                                                              | 0,00                                                                                  | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2017         | 0,00                                                                              | 0,00                                                                                  | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2018         | 0,00                                                                              | 0,00                                                                                  | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2019         | 0,00                                                                              | 0,00                                                                                  | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2020         | 501.383,65                                                                        | 1.962.000,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.824.929,01      | 1.602.940,59         |
| 2021         | 501.383,65                                                                        | 1.962.000,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.824.929,01      | 1.431.196,95         |
| 2022         | 501.383,65                                                                        | 1.962.000,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.824.929,01      | 1.277.854,42         |
| 2023         | 501.383,65                                                                        | 1.962.000,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.824.929,01      | 1.140.941,45         |
| 2024         | 501.383,65                                                                        | 1.962.000,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.824.929,01      | 1.018.697,72         |
| 2025         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 1.162.376,51         |
| 2026         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 1.037.836,17         |
| 2027         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 926.639,44           |
| 2028         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 827.356,64           |
| 2029         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 738.711,29           |
| 2030         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 659.563,65           |
| 2031         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 588.896,12           |
| 2032         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 525.800,10           |
| 2033         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 469.464,38           |
| 2034         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 419.164,62           |
| 2035         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 374.254,13           |
| 2036         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 334.155,47           |
| 2037         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 298.353,10           |
| 2038         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 266.386,70           |
| 2039         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 237.845,26           |
| 2040         | 569.119,65                                                                        | 2.679.500,00                                                                          | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 3.610.165,01      | 212.361,84           |
| <b>TOTAL</b> |                                                                                   |                                                                                       |                                             |                                          |                   | <b>15.550.796,55</b> |

**Nota:** Custos anuais de manutenção e pessoal de operação determinados conforme **Apêndice 3, item 2.2.**

**c) Captação a fio d'água no rio Pojuca, com reversão de 0,51 m³/s para a represa de Santa Helena**

Esta intervenção é idêntica às correspondentes da **Alternativa C** e **Alternativa D**, já descritas, com mesmas dimensões e custos.



**d) Custos de recuperação das bombas EBARA e de pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo**

Considerando que o sistema adutor de Pedra do Cavalo não será objeto de intervenção nesta alternativa, os custos de recuperação das bombas EBARA e do pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo, necessários para a comparação das alternativas, serão calculados isoladamente.

O investimento na recuperação das quatro bombas EBARA existentes é avaliado em R\$ 1.200.000,00. Admitindo-se sua concretização em 2020, o custo em valor presente (ano 2015) é de R\$ 680.912,23.

O custo do pessoal de operação é calculado no **Quadro 1.79** a seguir.

**Quadro 1.79 - Custo de pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo**

| ANO   | CUSTO ANUAL DE PESSOAL DE OPERAÇÃO<br>DA ELEVATÓRIA DE CAPTAÇÃO DE PEDRA<br>DO CAVALO | VALOR PRESENTE (R\$) |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 2015  | 493.376,93                                                                            | 493.376,93           |
| 2016  | 493.376,93                                                                            | 440.515,12           |
| 2017  | 493.376,93                                                                            | 393.317,07           |
| 2018  | 493.376,93                                                                            | 351.175,95           |
| 2019  | 493.376,93                                                                            | 313.549,96           |
| 2020  | 493.376,93                                                                            | 279.955,32           |
| 2021  | 493.376,93                                                                            | 249.960,11           |
| 2022  | 493.376,93                                                                            | 223.178,67           |
| 2023  | 493.376,93                                                                            | 199.266,67           |
| 2024  | 493.376,93                                                                            | 177.916,67           |
| 2025  | 493.376,93                                                                            | 158.854,17           |
| 2026  | 493.376,93                                                                            | 141.834,08           |
| 2027  | 493.376,93                                                                            | 126.637,57           |
| 2028  | 493.376,93                                                                            | 113.069,26           |
| 2029  | 493.376,93                                                                            | 100.954,69           |
| 2030  | 493.376,93                                                                            | 90.138,12            |
| 2031  | 493.376,93                                                                            | 80.480,46            |
| 2032  | 493.376,93                                                                            | 71.857,56            |
| 2033  | 493.376,93                                                                            | 64.158,53            |
| 2034  | 493.376,93                                                                            | 57.284,41            |
| 2035  | 493.376,93                                                                            | 51.146,79            |
| 2036  | 493.376,93                                                                            | 45.666,78            |
| 2037  | 493.376,93                                                                            | 40.773,91            |
| 2038  | 493.376,93                                                                            | 36.405,28            |
| 2039  | 493.376,93                                                                            | 32.504,71            |
| 2040  | 493.376,93                                                                            | 29.022,06            |
| TOTAL |                                                                                       | 4.363.000,83         |

**e) Ampliação da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**f) Ampliação da elevatória de água tratada da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**g) Resumo dos custos da alternativa E**

O **Quadro 1.80** sintetiza os custos da alternativa E, incluindo investimentos e os custos operacionais eleitos para fins de comparação das alternativas.

**Quadro 1.80 - Resumo dos Custos da Alternativa E**

| INTERVEN-<br>ÇÃO | DESCRIÇÃO                                                     | CUSTO EM VALOR PRESENTE (R\$) |                       |                       |
|------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                  |                                                               | Investimentos                 | Operacionais          | Total                 |
| 1                | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                    | 125.118.578,59                | 202.159.275,82        | 327.277.854,41        |
| 2                | Poços no Aquífero São Sebastião (1.500 L/s)                   | 57.516.918,48                 | 154.191.504,95        | 211.708.423,44        |
| 3                | Captação a fio d'água no rio Pojuca (507 L/s)                 | 11.530.838,50                 | 1.797.252,00          | 13.328.090,50         |
| 4                | Recuperação das bombas EBARA da captação em Pedra do Cavalo   | 680.912,23                    |                       | 680.912,23            |
| 5                | Pessoal de operação da elevatória de captação de P. do Cavalo |                               | 4.363.000,83          | 4.363.000,83          |
| 4                | Ampliação da ETA Principal                                    | 102.045.428,55                |                       | 102.045.428,55        |
| 5                | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal      | 20.494.136,00                 |                       | 20.494.136,00         |
| <b>TOTAL</b>     |                                                               | <b>317.386.812,35</b>         | <b>362.511.033,60</b> | <b>679.897.845,95</b> |

**Nota:** mês de referência da estimativa de custo – Julho 2014

### 1.1.3.6 Alternativa F

A **Alternativa F** consiste de dois aproveitamentos para compensar o déficit de disponibilidade hídrica, estimado em 4,56 m³/s para fim de plano. Estas intervenções, em ordem cronológica de implantação, são as seguintes:

- a) Implantação imediata de nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, para incrementar a oferta existente em 2,55 m³/s, a partir de 2018;
- b) Captação em barragem de acumulação no rio Pojuca, com reversão de 2,01 m³/s para a represa de Santa Helena, a partir de 2020.

Nesta alternativa prevê-se que o déficit de disponibilidade remanescente após implantação da intervenção imediata para aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m, de 2,01 m³/s ( $4,56 - 2,55 = 2,01$ ), seria coberto mediante implantação do sistema adutor Pojuca - Santa Helena, com captação em barragem de acumulação no rio Pojuca, reversão para Santa Helena e daí para Joanes II.

O fato desta vazão ser destinada ao sistema Joanes implica em acréscimo de 2,01 m³/s na vazão do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, prevista na intervenção "a", sendo necessário que esta intervenção seja dimensionada para comportar o acréscimo de vazão proveniente do rio Pojuca.

O balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e das estações de tratamento nesta alternativa é apresentado no **Quadro 1.81**. A **Figura 1.33** mostra o esquema geral da alternativa, com a previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040.

### CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS NA ALTERNATIVA F

#### **a) Aproveitamento do volume disponível na represa de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m**

Esta intervenção assemelha-se à correspondente da **Alternativa C**, **Alternativa D** e **Alternativa E**, diferenciando-se no porte das vazões veiculadas pelo sistema adutor Santa Helena – Joanes II, uma vez que este sistema absorveria maior vazão (2,01 m³/s) do que nas outras alternativas (0,51 m³/s).

Conforme mostrado no **Quadro 1.81** e na **Figura 1.33**, a vazão média prevista para o SIAA de Salvador em 2040, na **Alternativa F**, seria de 5.217 L/s ( $\approx 5,22$  m³/s). Considerando que o aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m, sem que esta represa receba o reforço de outro manancial, poderia ofertar para o SIAA de Salvador vazões até 3,21 m³/s, o reforço de 2,01 m³/s, obtido por reversão de águas do rio Pojuca, complementaria a vazão de 5,22 m³/s, prevista para 2040.

Para fins de dimensionamento do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, nesta alternativa a vazão da adutora Santa Helena - Jacumirim corresponde à soma da vazão máxima diária para atendimento do SIAA de Salvador ( $5,22 \times 1,2 = 6,26$  m³/s) e a vazão prevista para a Braskem/Polo Logístico (1,40 m³/s), totalizando 7,66 m³/s. A vazão da Braskem deve ser considerada neste trecho em razão de a elevatória do Jacumirim estar limitada à captação na cota 17,00 m, requerendo o apoio de Santa Helena para níveis operacionais abaixo desta cota. Por sua vez, a adutora Jacumirim - Joanes II veiculará apenas a vazão máxima diária para atendimento do SIAA de Salvador (6,26 m³/s).

Para a adutora Santa Helena - Jacumirim será considerado o diâmetro de 1900 mm, obtido adotando-se a mesma velocidade do tubo previsto no projeto da HITA (DN 2200;  $Q=10$  m³/s;  $v=2,63$  m/s), já mencionado, aplicada à vazão de 7,66 m³/s. Verificou-se que com seis bombas em paralelo será possível aduzir uma vazão de 8,05 m³/s. Portanto, serão instaladas sete bombas de eixo vertical modelo 24-QL-27, equipadas com motor de 2250 cv considerando uma delas como reserva. A extensão da adutora será de 8.170 m, entre a nova captação e a chaminé prevista para ser implantada próxima à elevatória do Jacumirim.

Quadro 1.81 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa F

| Ano                                                                                                                                                                                                                                                 | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                      | RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS Q <sub>100%</sub> |                                |                                                     |                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                     | Demandas a serem atendidas pela ETA Bolandeira   | Mananciais                             |                                        |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                     |                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                  | Ipitanga I + Ipitanga II               |                                        |                                  |                                                          |                                                    | Joanes I + Joanes II                       |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                     |                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                  | Q <sub>reg.100%</sub> Ipit.I + Ipit.II | Retiradas                              |                                  | Saldo (vazões médias na adutora Ipitanga I - Bolandeira) | Q <sub>reg.100%</sub> em Joanes I                  | Vazão de restituição em Joanes I           | Vazões Médias na Adutora Joanes I - Bolandeira |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                     |                                                                                                  |
| Vazões industriais (Gerdau e Norsa)                                                                                                                                                                                                                 | Vazão de restituição em Ipitanga I               |                                        | Disponível em Joanes I                 | Importada de Joanes II           |                                                          |                                                    |                                            | Total                                          |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                     |                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                     | (1)                                              | (2)                                    | (3)                                    | (4)                              | (5)=(2)-(3)-(4)                                          | (6)                                                | (7)                                        | (8)=(6)-(7)                                    | (9)=(1)-(5)-(8)                                   | (10)=(8)+(9)                         |                      | Reservatório                                          | NA <sub>min.</sub> Operacional | Q <sub>reg.100%</sub>                               | Vazão de Restituição em Regime Normal                                                            |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                            | 400                                    | 80                                     | 40                               | 280                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.867                                             | 3.257                                |                      | Santa Helena                                          | 17,00                          | 4,05                                                | 1,99                                                                                             |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                            | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      |                                                       | 10,00                          | 6,60                                                |                                                                                                  |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                            | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      | Joanes I                                              | 14,50                          | 0,60                                                | 0,21                                                                                             |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                            | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      | Joanes II                                             | 24,90                          | 1,82                                                | 0,63                                                                                             |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                            | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      | Ipitanga I                                            | 23,00                          | 0,13                                                | 0,04                                                                                             |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                | 3.537                                            | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                      | Ipitanga II                                           | 48,43                          | 0,27                                                | 0,09                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                  |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                     |                                                                                                  |
| BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s                                                                                                                                                                                                     |                                                  |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                     |                                                                                                  |
| Ano                                                                                                                                                                                                                                                 | Demandas a serem atendidas pela ETA Principal    | Mananciais                             |                                        |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                     |                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                  | Pedra do Cavalo                        |                                        |                                  |                                                          | Represa Joanes II                                  |                                            |                                                | Represa Santa Helena                              |                                      |                      |                                                       |                                |                                                     | Rio Pojuca (Vazões revertidas para Santa Helena para reforço do sistema Joanes a partir de 2020) |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                  | Vazão Nominal da adutora existente     | Vazões derivadas da adutora (ver Nota) | Vazões afluentes a ETA Principal | Q <sub>reg.100%</sub>                                    | Retiradas                                          |                                            |                                                | Retiradas                                         |                                      |                      |                                                       | Cota 10,0 m                    |                                                     |                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                  |                                        |                                        |                                  |                                                          | Vazões Médias na adutora Joanes II - ETA Principal | Restituição para Joanes I (ETA Bolandeira) | Total                                          | Vazões Médias na adutora Santa Helena - Joanes II | Vazões para Braskem / Polo Logístico | Vazão de restituição | Total                                                 | Q <sub>reg.100%</sub>          | Disponibilidade em Santa Helena na cota 10          |                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                     | (11)                                             | (12)                                   | (13)                                   | (14)=(12)-(13)                   | (15)                                                     | (16)=(11)-(14)                                     | (17)=(9)                                   | (18)=(16)+(17)                                 | (19)=(18)-(15)                                    | (20)                                 | (21)                 | (22)=(19)+(20)+(21)                                   | (23)                           | (24)<br>SE(23)>(22)<br>V:(24)=(23)-(22)<br>F:(24)=0 | (25)<br>SE(22)≤(23)<br>V:(25)=0<br>F:(25)=(22)-(23)                                              |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                | 7.708                                            | 7.000                                  | 1.250                                  | 5.750                            | 1.820                                                    | 1.957                                              | 2.867                                      | 4.824                                          | 3.004                                             | 770                                  | 1.990                | 5.764                                                 | 6.600                          | 836                                                 | 0                                                                                                |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                | 8.153                                            | 7.000                                  | 1.792                                  | 5.208                            | 1.820                                                    | 2.945                                              | 2.937                                      | 5.882                                          | 4.062                                             | 1.400                                | 1.990                | 7.452                                                 | 6.600                          | 0                                                   | 852                                                                                              |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                | 8.517                                            | 7.000                                  | 1.804                                  | 5.196                            | 1.820                                                    | 3.321                                              | 2.937                                      | 6.258                                          | 4.438                                             | 1.400                                | 1.990                | 7.828                                                 | 6.600                          | 0                                                   | 1.228                                                                                            |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                | 8.799                                            | 7.000                                  | 1.825                                  | 5.175                            | 1.820                                                    | 3.624                                              | 2.937                                      | 6.561                                          | 4.741                                             | 1.400                                | 1.990                | 8.131                                                 | 6.600                          | 0                                                   | 1.531                                                                                            |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                | 9.029                                            | 7.000                                  | 1.843                                  | 5.157                            | 1.820                                                    | 3.872                                              | 2.937                                      | 6.808                                          | 4.988                                             | 1.400                                | 1.990                | 8.378                                                 | 6.600                          | 0                                                   | 1.778                                                                                            |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                | 9.239                                            | 7.000                                  | 1.861                                  | 5.139                            | 1.820                                                    | 4.100                                              | 2.937                                      | 7.037                                          | 5.217                                             | 1.400                                | 1.990                | 8.607                                                 | 6.600                          | 0                                                   | 2.007                                                                                            |
| Nota: Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech, Outras); RLAM. |                                                  |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                      |                                                       |                                |                                                     |                                                                                                  |



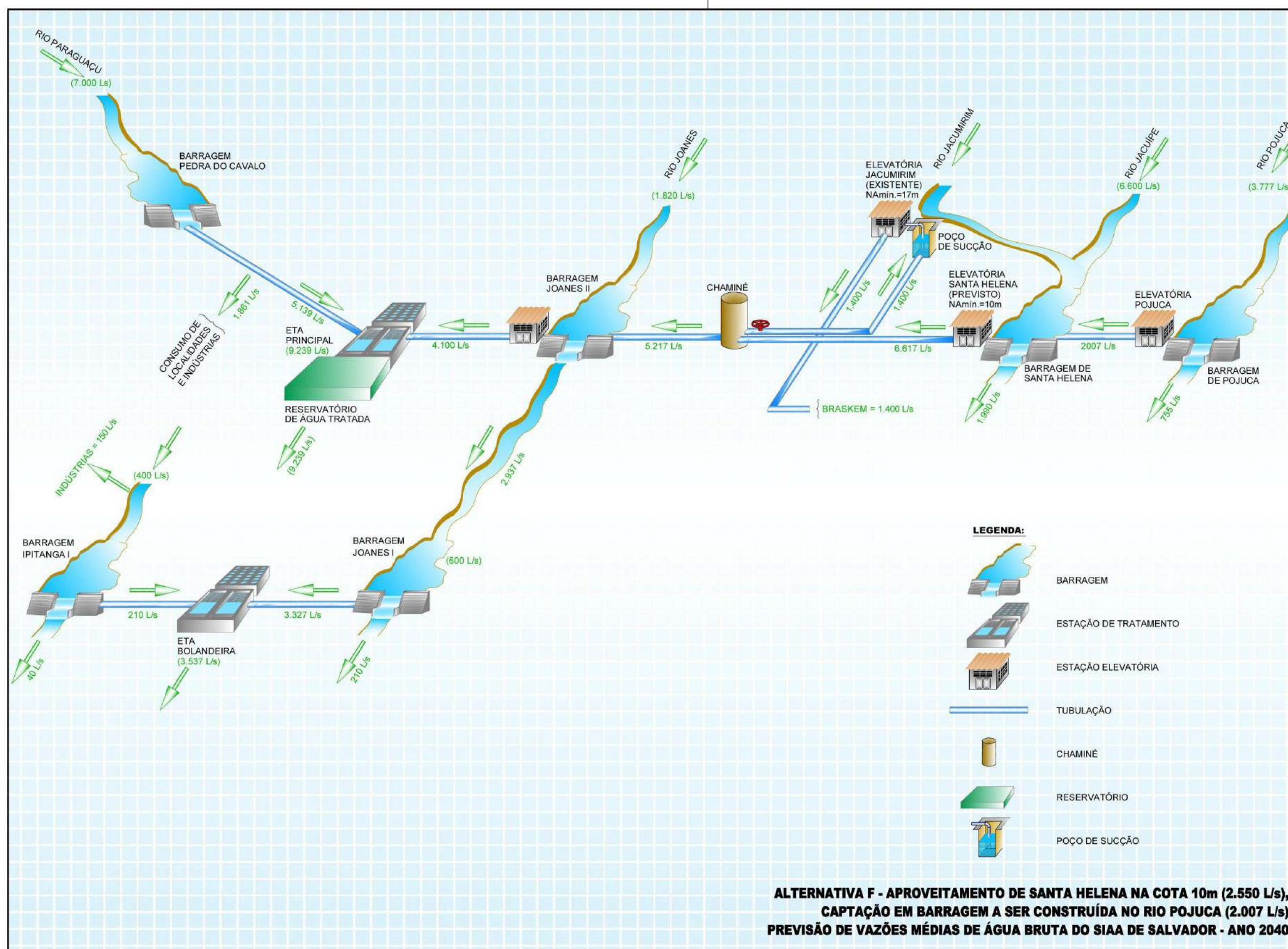


Figura 1.33 - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa F

A adução existente entre a elevatória do Jacumirim e a represa Joanes II é feita por duas adutoras em paralelo, uma delas com diâmetro de 900 mm e a outra com diâmetros em série de 900 mm e 1200 mm. A capacidade dessas linhas é de 2,30 m<sup>3</sup>/s, inferior à vazão máxima diária de 6,26 m<sup>3</sup>/s requerida para o SIAA de Salvador, obtida pelo produto da vazão média (5,22 m<sup>3</sup>/s) pelo coeficiente do dia de maior consumo (1,2). Mantendo a mesma velocidade das linhas existentes (1,81 m/s), o diâmetro equivalente para aduzir a vazão complementar de 3,96 m<sup>3</sup>/s ( $6,26 - 2,30 = 3,96$ ) será de 1700 mm. A extensão da adutora será de 10.456 m.

Conforme o balanço mostrado no **Quadro 1.81**, a vazão média de adução de água bruta de Joanes II para a ETA Principal será de 4.100 L/s (4,10 m<sup>3</sup>/s) em 2040, correspondente à vazão máxima diária de 4,92 m<sup>3</sup>/s, superior à capacidade do sistema adutor existente, de 4,4 m<sup>3</sup>/s.

A captação na represa Joanes II é feita por bombas de eixo vertical modelo 24-QL-34, acionadas por motores de 2250 cv. Na elevatória existe espaço para instalar 8 bombas, das quais 4 encontram-se instaladas, existindo uma quinta bomba com função de reserva fria (não instalada). O funcionamento de 4 bombas em paralelo fornece uma vazão média de 5,00 m<sup>3</sup>/s, superior à vazão necessária, não havendo necessidade de ampliação, tanto da elevatória como da adutora existente do Joanes II para a ETA Principal.

- **Avaliação do custo de ampliação do sistema adutor de água bruta de Santa Helena**

O **Quadro 1.82** sintetiza os custos de investimentos e operação previstos para a ampliação do sistema adutor de água bruta de Santa Helena.

Os custos de investimentos das adutoras foram calculados a partir dos preços unitários definidos para adutoras de aço, em função do diâmetro, conforme **Apêndice 3, Quadros 3 e 4**.

Os custos de investimento das estações elevatórias foram estimados a partir da curva de custo apresentada no **Apêndice 3, Figura 8**, expressa pela equação:  $R\$ = 327.977,735984 \times (\text{Potência-cv} \times \text{Vazão-m}^3/\text{s})^{0,386864}$ , considerando os seguintes dados de potência e vazão:

- Elevatória do Jacumirim: 3 bombas existentes modelo 16 QL 21 (P = 3 x 1.400 CV; Q = 1,50 m³/s)
- Elevatória de Santa Helena: 6 bombas modelo 24 QL 27 (P = 6 x 2.250 = 13.500 cv; Q = 8,05 m³/s)

Por requerer apenas adequações dos poços de sucção e das instalações existentes, o custo da elevatória do Jacumirim foi admitido em 50% do valor calculado pela equação.

**Quadro 1.82** - Estimativa de custo das ampliações para aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m

| ITEM                                   | DESCRIÇÃO                                                                                                                                     | UNIDADE | QUANT. | PREÇO UNITARIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|----------------------|-------------------|
| Custos de Investimento:                |                                                                                                                                               |         |        |                      |                   |
| 1                                      | Adutora de água bruta Jacumirim - Joanes II, FºFº DN 1700                                                                                     | m       | 10.456 | 11.674,79            | 122.071.604,24    |
| 2                                      | Estação elevatória do Jacumirim (adequação dos poços de sucção)                                                                               | Vb      |        |                      | 4.800.000,00      |
| 3                                      | Adutora Santa Helena – Jacumirim, Aço DN 1900                                                                                                 | m       | 8.170  | 9.502,46             | 77.635.098,20     |
| 4                                      | Estação elevatória de Santa Helena (construção civil e equipamentos), Vazão = 8,05 m³/s, Potência = 13.500 cv                                 | Vb      |        |                      | 29.100.000,00     |
| 5                                      | Sistema Elétrico EEAB Santa Helena - Jacumirim (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b> | Vb      |        |                      | 9.200.000,00      |
| 6                                      | Total dos investimentos (implantação das obras a partir de 2016 - intervenção imediata)                                                       |         |        |                      | 242.806.702,44    |
| 7                                      | Investimentos em valor presente (2016 ==> 2015; taxa de juros 12% a.a.)                                                                       |         |        |                      | 216.791.698,61    |
| Custos de Operação, em valor presente: |                                                                                                                                               |         |        |                      |                   |
| 8                                      | Custo de energia do recalque Santa Helena - Jacumirim ( <b>Quadro 1.83</b> )                                                                  |         |        |                      | 110.039.421,63    |
| 9                                      | Custo de energia do recalque Joanes II - ETA Principal ( <b>Quadro 1.84</b> )                                                                 |         |        |                      | 68.295.951,58     |
| 10                                     | Custo de produtos químicos usados no tratamento da água ( <b>Quadro 1.85</b> )                                                                |         |        |                      | 162.437.980,06    |
| 11                                     | Custo de manutenção de adutoras e elevatórias ( <b>Quadro 1.86</b> )                                                                          |         |        |                      | 36.717.306,30     |
| 12                                     | Total dos custos de operação                                                                                                                  |         |        |                      | 377.490.659,57    |
| TOTAL EM VALOR PRESENTE (6 + 11)       |                                                                                                                                               |         |        |                      | 594.282.358,18    |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)



**Quadro 1.83 - Custo de energia e de pessoal de operação do recalque Santa Helena - Jacumirim**

Potência total = 15.750 cv

Vazão nominal = 8.050 L/s

Notas: - Vazão nominal = 4 bombas funcionando em paralelo = 8.050 L/s

Potência útil = 13.500 cv

Taxa anual de Juros = 12%

- Potência útil = 13.500 cv (4 bombas de 2.250 cv operando em paralelo para recalcar 8.050 L/s)

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês; Consumo FP = 0,0,1711 R\$/kWh

| ANO   | VAZÕES MÉDIAS DE RECALQUE (L/s) |                          |       | CUSTO DE ENERGIA              |                                         |                                         | CUSTO DE PESSOAL DE OPERAÇÃO (R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                |
|-------|---------------------------------|--------------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------|
|       | SANTA HELENA - JOANES II        | BRASKEM / POLO LOGÍSTICO | TOTAL | HORAS DE FUNCIONAMENTO DIÁRIO | CUSTO ANUAL DE DEMANDA DE ENERGIA (R\$) | CUSTO ANUAL DE CONSUMO DE ENERGIA (R\$) |                                    | TOTAL             | VALOR PRESENTE |
| 2015  | 3.004                           | 770                      | 3.774 | 11,3                          | 2.159.186,20                            | 6.982.480,03                            | 493.376,93                         | 9.635.043,16      | 9.635.043,16   |
| 2016  | 3.191                           | 1.400                    | 4.591 | 13,7                          | 2.159.186,20                            | 8.493.529,64                            | 493.376,93                         | 11.146.092,77     | 9.951.868,55   |
| 2017  | 3.390                           | 1.400                    | 4.790 | 14,3                          | 2.159.186,20                            | 8.860.568,44                            | 493.376,93                         | 11.513.131,57     | 9.178.198,00   |
| 2018  | 3.600                           | 1.400                    | 5.000 | 14,9                          | 2.159.186,20                            | 9.250.427,01                            | 493.376,93                         | 11.902.990,13     | 8.472.313,27   |
| 2019  | 3.824                           | 1.400                    | 5.224 | 15,6                          | 2.159.186,20                            | 9.664.524,11                            | 493.376,93                         | 12.317.087,24     | 7.827.731,62   |
| 2020  | 4.062                           | 1.400                    | 5.462 | 16,3                          | 2.159.186,20                            | 10.104.366,74                           | 493.376,93                         | 12.756.929,87     | 7.238.624,60   |
| 2021  | 4.134                           | 1.400                    | 5.534 | 16,5                          | 2.159.186,20                            | 10.238.772,38                           | 493.376,93                         | 12.891.335,50     | 6.531.151,76   |
| 2022  | 4.208                           | 1.400                    | 5.608 | 16,7                          | 2.159.186,20                            | 10.375.582,06                           | 493.376,93                         | 13.028.145,18     | 5.893.271,25   |
| 2023  | 4.284                           | 1.400                    | 5.684 | 16,9                          | 2.159.186,20                            | 10.514.838,78                           | 493.376,93                         | 13.167.401,90     | 5.318.092,79   |
| 2024  | 4.360                           | 1.400                    | 5.760 | 17,2                          | 2.159.186,20                            | 10.656.586,31                           | 493.376,93                         | 13.309.149,44     | 4.799.412,71   |
| 2025  | 4.438                           | 1.400                    | 5.838 | 17,4                          | 2.159.186,20                            | 10.800.869,20                           | 493.376,93                         | 13.453.432,33     | 4.331.645,15   |
| 2026  | 4.497                           | 1.400                    | 5.897 | 17,6                          | 2.159.186,20                            | 10.910.027,30                           | 493.376,93                         | 13.562.590,43     | 3.898.920,66   |
| 2027  | 4.557                           | 1.400                    | 5.957 | 17,8                          | 2.159.186,20                            | 11.020.636,58                           | 493.376,93                         | 13.673.199,71     | 3.509.569,81   |
| 2028  | 4.618                           | 1.400                    | 6.018 | 17,9                          | 2.159.186,20                            | 11.132.716,34                           | 493.376,93                         | 13.785.279,47     | 3.159.230,26   |
| 2029  | 4.679                           | 1.400                    | 6.079 | 18,1                          | 2.159.186,20                            | 11.246.286,12                           | 493.376,93                         | 13.898.849,25     | 2.843.979,93   |
| 2030  | 4.741                           | 1.400                    | 6.141 | 18,3                          | 2.159.186,20                            | 11.361.365,74                           | 493.376,93                         | 14.013.928,87     | 2.560.292,41   |
| 2031  | 4.790                           | 1.400                    | 6.190 | 18,5                          | 2.159.186,20                            | 11.450.955,36                           | 493.376,93                         | 14.103.518,49     | 2.300.589,37   |
| 2032  | 4.839                           | 1.400                    | 6.239 | 18,6                          | 2.159.186,20                            | 11.541.460,04                           | 493.376,93                         | 14.194.023,17     | 2.067.279,15   |
| 2033  | 4.888                           | 1.400                    | 6.288 | 18,7                          | 2.159.186,20                            | 11.632.889,13                           | 493.376,93                         | 14.285.452,26     | 1.857.674,36   |
| 2034  | 4.938                           | 1.400                    | 6.338 | 18,9                          | 2.159.186,20                            | 11.725.252,06                           | 493.376,93                         | 14.377.815,18     | 1.669.361,78   |
| 2035  | 4.988                           | 1.400                    | 6.388 | 19,0                          | 2.159.186,20                            | 11.818.558,37                           | 493.376,93                         | 14.471.121,49     | 1.500.174,35   |
| 2036  | 5.033                           | 1.400                    | 6.433 | 19,2                          | 2.159.186,20                            | 11.901.725,98                           | 493.376,93                         | 14.554.289,10     | 1.347.139,35   |
| 2037  | 5.079                           | 1.400                    | 6.479 | 19,3                          | 2.159.186,20                            | 11.985.643,09                           | 493.376,93                         | 14.638.206,22     | 1.209.738,11   |
| 2038  | 5.125                           | 1.400                    | 6.525 | 19,5                          | 2.159.186,20                            | 12.070.316,46                           | 493.376,93                         | 14.722.879,59     | 1.086.371,19   |
| 2039  | 5.171                           | 1.400                    | 6.571 | 19,6                          | 2.159.186,20                            | 12.155.752,91                           | 493.376,93                         | 14.808.316,04     | 975.603,01     |
| 2040  | 5.217                           | 1.400                    | 6.617 | 19,7                          | 2.159.186,20                            | 12.241.959,31                           | 493.376,93                         | 14.894.522,44     | 876.145,06     |
| TOTAL |                                 |                          |       |                               |                                         |                                         |                                    |                   | 110.039.421,63 |



**Quadro 1.84 - Custo de energia e pessoal de operação do recalque Joanes II - ETA Principal**

Potência total = 11.250 cv

Vazão nominal = 5.000 L/s

Potência útil = 9.000 cv

Taxa anual de Juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

| ANO          | VAZÕES<br>JOANES II<br>- ETA<br>PRINCIPAL | CUSTO DE ENERGIA                         |                                                  |                                                  | CUSTO DO<br>PESSOAL DE<br>OPERAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|--------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|              |                                           | HORAS DE<br>FUNCIONA-<br>MENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL<br>DE DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO<br>DE ENERGIA<br>(R\$) |                                             | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015         | 1.957                                     | 9,4                                      | 1.542.275,86                                     | 3.886.901,63                                     | 493.376,93                                  | 5.922.554,41      | 5.922.554,41               |
| 2016         | 2.124                                     | 10,2                                     | 1.542.275,86                                     | 4.217.750,05                                     | 493.376,93                                  | 6.253.402,83      | 5.583.395,38               |
| 2017         | 2.305                                     | 11,1                                     | 1.542.275,86                                     | 4.576.759,88                                     | 493.376,93                                  | 6.612.412,67      | 5.271.374,90               |
| 2018         | 2.501                                     | 12,0                                     | 1.542.275,86                                     | 4.966.328,21                                     | 493.376,93                                  | 7.001.981,00      | 4.983.871,77               |
| 2019         | 2.714                                     | 13,0                                     | 1.542.275,86                                     | 5.389.056,13                                     | 493.376,93                                  | 7.424.708,91      | 4.718.536,74               |
| 2020         | 2.945                                     | 14,1                                     | 1.542.275,86                                     | 5.847.766,14                                     | 493.376,93                                  | 7.883.418,93      | 4.473.263,61               |
| 2021         | 3.017                                     | 14,5                                     | 1.542.275,86                                     | 5.990.174,95                                     | 493.376,93                                  | 8.025.827,73      | 4.066.134,10               |
| 2022         | 3.090                                     | 14,8                                     | 1.542.275,86                                     | 6.136.051,79                                     | 493.376,93                                  | 8.171.704,58      | 3.696.464,16               |
| 2023         | 3.165                                     | 15,2                                     | 1.542.275,86                                     | 6.285.481,13                                     | 493.376,93                                  | 8.321.133,92      | 3.360.766,43               |
| 2024         | 3.243                                     | 15,6                                     | 1.542.275,86                                     | 6.438.549,48                                     | 493.376,93                                  | 8.474.202,27      | 3.055.882,29               |
| 2025         | 3.321                                     | 15,9                                     | 1.542.275,86                                     | 6.595.345,45                                     | 493.376,93                                  | 8.630.998,24      | 2.778.950,44               |
| 2026         | 3.380                                     | 16,2                                     | 1.542.275,86                                     | 6.711.501,26                                     | 493.376,93                                  | 8.747.154,04      | 2.514.597,77               |
| 2027         | 3.440                                     | 16,5                                     | 1.542.275,86                                     | 6.829.702,77                                     | 493.376,93                                  | 8.865.355,56      | 2.275.515,96               |
| 2028         | 3.500                                     | 16,8                                     | 1.542.275,86                                     | 6.949.986,03                                     | 493.376,93                                  | 8.985.638,82      | 2.059.276,50               |
| 2029         | 3.562                                     | 17,1                                     | 1.542.275,86                                     | 7.072.387,69                                     | 493.376,93                                  | 9.108.040,48      | 1.863.685,54               |
| 2030         | 3.624                                     | 17,4                                     | 1.542.275,86                                     | 7.196.945,07                                     | 493.376,93                                  | 9.232.597,85      | 1.686.761,11               |
| 2031         | 3.673                                     | 17,6                                     | 1.542.275,86                                     | 7.292.516,86                                     | 493.376,93                                  | 9.328.169,65      | 1.521.626,53               |
| 2032         | 3.721                                     | 17,9                                     | 1.542.275,86                                     | 7.389.357,80                                     | 493.376,93                                  | 9.425.010,59      | 1.372.699,46               |
| 2033         | 3.771                                     | 18,1                                     | 1.542.275,86                                     | 7.487.484,74                                     | 493.376,93                                  | 9.523.137,53      | 1.238.384,90               |
| 2034         | 3.821                                     | 18,3                                     | 1.542.275,86                                     | 7.586.914,76                                     | 493.376,93                                  | 9.622.567,54      | 1.117.245,30               |
| 2035         | 3.872                                     | 18,6                                     | 1.542.275,86                                     | 7.687.665,15                                     | 493.376,93                                  | 9.723.317,94      | 1.007.984,92               |
| 2036         | 3.916                                     | 18,8                                     | 1.542.275,86                                     | 7.776.479,27                                     | 493.376,93                                  | 9.812.132,06      | 908.207,13                 |
| 2037         | 3.962                                     | 19,0                                     | 1.542.275,86                                     | 7.866.319,44                                     | 493.376,93                                  | 9.901.972,23      | 818.323,84                 |
| 2038         | 4.007                                     | 19,2                                     | 1.542.275,86                                     | 7.957.197,52                                     | 493.376,93                                  | 9.992.850,31      | 737.352,00                 |
| 2039         | 4.054                                     | 19,5                                     | 1.542.275,86                                     | 8.049.125,50                                     | 493.376,93                                  | 10.084.778,28     | 664.406,41                 |
| 2040         | 4.100                                     | 19,7                                     | 1.542.275,86                                     | 8.142.115,50                                     | 493.376,93                                  | 10.177.768,29     | 598.689,98                 |
| <b>TOTAL</b> |                                           |                                          |                                                  |                                                  |                                             |                   | <b>68.295.951,58</b>       |

**Notas:**

- Vazão nominal = vazão de bombeamento com quatro bombas em paralelo = 5.000 L/s;
- Potência útil = 9.000 cv (4 bombas de 2.250 cv operando em paralelo para recalcar 3.760 L/s);
- Custo de pessoal de operação da elevatória foi desconsiderado por não ser necessário acréscimo de pessoal na equipe atual;
- Custo de manutenção foi desconsiderado por não ser necessário investimentos de ampliação no sistema adutor.

**Quadro 1.85 - Custo de produtos químicos na ETA Principal e pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo**

| ANO   | ETA PRINCIPAL                          |                                           |                                          | CUSTO DE PRODUTOS QUÍMICOS (R\$) | VALOR PRESENTE (R\$) |
|-------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|
|       | VAZÃO FORNECIDA POR SANTA HELENA (L/s) | VAZÃO FORNECIDA POR PEDRA DO CAVALO (L/s) | TRATAMENTO COMPLETO - CUSTO POR m³ (R\$) |                                  |                      |
| 2015  | 1.957                                  | 5.750                                     | 0,0708647                                | 17.224.784,04                    | 17.224.784,04        |
| 2016  | 2.124                                  | 5.637                                     | 0,0708647                                | 17.345.035,49                    | 15.486.638,83        |
| 2017  | 2.305                                  | 5.527                                     | 0,0708647                                | 17.501.927,72                    | 13.952.429,62        |
| 2018  | 2.501                                  | 5.418                                     | 0,0708647                                | 17.698.061,48                    | 12.597.130,59        |
| 2019  | 2.714                                  | 5.312                                     | 0,0708647                                | 17.936.269,11                    | 11.398.823,28        |
| 2020  | 2.945                                  | 5.208                                     | 0,0708647                                | 18.219.633,96                    | 10.338.309,61        |
| 2021  | 3.017                                  | 5.205                                     | 0,0708647                                | 18.374.649,16                    | 9.309.169,11         |
| 2022  | 3.090                                  | 5.203                                     | 0,0708647                                | 18.533.569,90                    | 8.383.645,80         |
| 2023  | 3.165                                  | 5.201                                     | 0,0708647                                | 18.696.491,21                    | 7.551.199,22         |
| 2024  | 3.243                                  | 5.198                                     | 0,0708647                                | 18.863.510,48                    | 6.802.370,99         |
| 2025  | 3.321                                  | 5.196                                     | 0,0708647                                | 19.034.727,44                    | 6.128.672,80         |
| 2026  | 3.380                                  | 5.192                                     | 0,0708647                                | 19.155.941,67                    | 5.506.875,48         |
| 2027  | 3.440                                  | 5.187                                     | 0,0708647                                | 19.279.466,06                    | 4.948.558,74         |
| 2028  | 3.500                                  | 5.183                                     | 0,0708647                                | 19.405.341,18                    | 4.447.203,35         |
| 2029  | 3.562                                  | 5.179                                     | 0,0708647                                | 19.533.608,27                    | 3.996.963,26         |
| 2030  | 3.624                                  | 5.175                                     | 0,0708647                                | 19.664.309,31                    | 3.592.595,79         |
| 2031  | 3.673                                  | 5.171                                     | 0,0708647                                | 19.763.984,79                    | 3.223.934,04         |
| 2032  | 3.721                                  | 5.168                                     | 0,0708647                                | 19.865.094,02                    | 2.893.238,53         |
| 2033  | 3.771                                  | 5.164                                     | 0,0708647                                | 19.967.655,98                    | 2.596.585,80         |
| 2034  | 3.821                                  | 5.161                                     | 0,0708647                                | 20.071.689,88                    | 2.330.459,22         |
| 2035  | 3.872                                  | 5.157                                     | 0,0708647                                | 20.177.215,19                    | 2.091.706,63         |
| 2036  | 3.916                                  | 5.153                                     | 0,0708647                                | 20.268.881,14                    | 1.876.079,77         |
| 2037  | 3.962                                  | 5.150                                     | 0,0708647                                | 20.361.707,85                    | 1.682.742,65         |
| 2038  | 4.007                                  | 5.146                                     | 0,0708647                                | 20.455.708,65                    | 1.509.384,92         |
| 2039  | 4.054                                  | 5.142                                     | 0,0708647                                | 20.550.897,02                    | 1.353.936,32         |
| 2040  | 4.100                                  | 5.139                                     | 0,0708647                                | 20.647.286,62                    | 1.214.541,67         |
| TOTAL |                                        |                                           |                                          |                                  | 162.437.980,06       |

**Nota:** Composição do custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água tratada na ETA Principal conforme **Apêndice 3, item 2.2.**

Quadro 1.86 - Custo de manutenção de novas adutoras e elevatórias

| ANO   | CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE ADUTORAS E ELEVATÓRIAS |                                      |                             |                          |              |                      |
|-------|------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|----------------------|
|       | ADUTORAS                                       |                                      | ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS        |                          | TOTAL (R\$)  | VALOR PRESENTE (R\$) |
|       | Sta Helena - Jacumirim Investimento =          | Jacumirim - Joanes II Investimento = | Santa Helena Investimento = | Jacumirim Investimento = |              |                      |
|       | R\$ 77.635.098,20                              | R\$ 122.071.604,24                   | R\$ 38.300.000,00           | R\$ 4.800.000,00         |              |                      |
| 2015  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 4.152.067,02         |
| 2016  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 3.707.202,70         |
| 2017  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 3.310.002,41         |
| 2018  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 2.955.359,30         |
| 2019  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 2.638.713,66         |
| 2020  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 2.355.994,34         |
| 2021  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 2.103.566,37         |
| 2022  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 1.878.184,26         |
| 2023  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 1.676.950,23         |
| 2024  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 1.497.276,99         |
| 2025  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 1.336.854,46         |
| 2026  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 1.193.620,05         |
| 2027  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 1.065.732,19         |
| 2028  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 951.546,60           |
| 2029  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 849.595,18           |
| 2030  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 758.567,12           |
| 2031  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 677.292,07           |
| 2032  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 604.725,07           |
| 2033  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 539.933,09           |
| 2034  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 482.083,12           |
| 2035  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 430.431,36           |
| 2036  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 384.313,71           |
| 2037  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 343.137,24           |
| 2038  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 306.372,54           |
| 2039  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 273.546,91           |
| 2040  | 776.350,98                                     | 1.220.716,04                         | 1.915.000,00                | 240.000,00               | 4.152.067,02 | 244.238,31           |
| TOTAL |                                                |                                      |                             |                          |              | 36.717.306,30        |

**Nota:** Custos anuais de manutenção determinados conforme Apêndice 3, item 2.2.

**b) Captação em barragem de acumulação no rio Pojuca, com reversão de 2,01 m³/s para a represa de Santa Helena**

De acordo com os estudos hidrológicos do rio Pojuca, apresentados no **item 1.1.2.3**, a vazão de 2,01 m³/s requerida nesta intervenção só poderá ser viabilizada com a implantação de uma barragem de acumulação.

Considerando os dois eixos analisados no estudo hidrológico supra referido, denominados eixo de Jusante e eixo de Montante, verificou-se inicialmente quais as cotas operacionais dos barramentos que proporcionariam vazões regularizadas que atendessem a vazão requerida de 2,01 m³/s.

Para o eixo de Jusante, verifica-se no **Quadro 1.16**, apresentado no item supra referido, que a vazão necessária poderia ser obtida por meio de uma barragem operando com NA mínimo na cota 30,00 m e NA máximo na cota 33,00 m. A **Figura 1.34** mostra as bacias de acumulação correspondentes à estes dois níveis e a seção transversal do eixo de Jusante.

Com base no **Quadro 1.15**, também apresentado no item supra referido, constata-se para o eixo de Montante que a vazão necessária poderia ser obtida por meio de uma barragem operando com NA mínimo na cota 40,00 m e NA máximo na cota 42,00 m. A **Figura 1.35** mostra as bacias de acumulação correspondentes à estes dois níveis e a seção transversal do eixo de Montante.

A análise dos dois eixos revela vantagens para o eixo de Montante. Com a barragem nesse local seriam evitados conflitos com ocupações existentes próximas ao eixo de Jusante. Além disso, a seção de Montante garante a vazão necessária com seção economicamente mais vantajosa.

Assim, para efeito de caracterização desta intervenção será considerada a barragem de acumulação no rio Pojuca posicionada no eixo de Montante, conforme apresentado a seguir.

**Pré-dimensionamento das Estruturas Hidráulicas da Captação na Represa de Acumulação do Rio Pojuca e Adução para Santa Helena**

O traçado e perfil da adutora Pojuca - Santa Helena são mostrados na **Figura 1.36**.

– Vazão Média = 2.007 L/s

Considerando o período máximo de 21 horas de funcionamento diário do recalque, a vazão recalçada será acrescida do fator 24/21, passando a ser de 2.290 L/s.

Não foi considerado o fator  $K_1 = 1,2$  no cálculo da vazão de bombeamento por tratar-se de recalque para um reservatório de acumulação e não para um centro de consumo, sujeito a variações diárias ao longo de um ano.

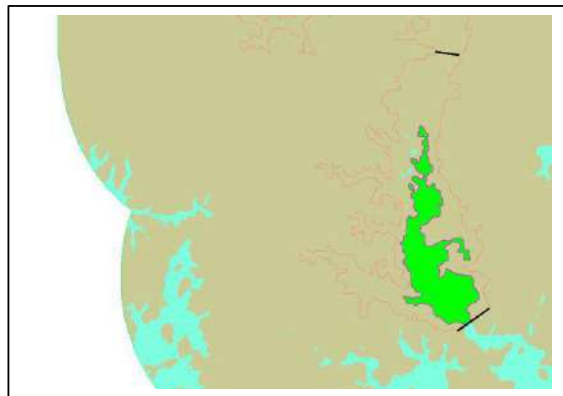
O reservatório terá um volume acumulado de 16.174.644,60 m³ e um volume útil de 9.287.746,93 m³, entre as cotas do N.A. de 40,00 e 42,00 m, proporcionando uma vazão regularizada de aproximadamente 2 m³/s, com 100% de garantia, já considerando a vazão de 3,6 m³/s liberada para jusante.

- |                                       |                                                                      |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| – Tipo de bombas:                     | Eixo vertical QL                                                     |
| – Número de bombas =                  | 3 + 1 de reserva                                                     |
| – Vazão de cada uma das três bombas = | $2,29 / 3 = 0,763 \text{ m}^3/\text{s} = 2.748 \text{ m}^3/\text{h}$ |
| – N.A. mínimo no rio =                | 40,00 m                                                              |
| – N.A. máximo no rio =                | 42,00 m                                                              |
| – N.A. na caixa de passagem =         | 87,00 m                                                              |
| – Altura geométrica máxima =          | $87,00 - 40,00 = 47,00 \text{ m}$                                    |
| – Extensão do recalque =              | 2.280 m                                                              |



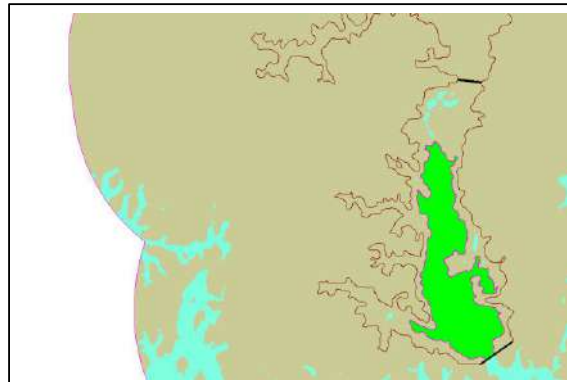
COTA 30 - BARRAMENTO À JUSANTE

Área = 4.467.243,43 m<sup>2</sup> ; Volume = 8.069.476,09 m<sup>3</sup>



COTA 33 - BARRAMENTO À JUSANTE

Área = 6.608.849,67 m<sup>2</sup> ; Volume = 24.697.092,09 m<sup>3</sup>



REGIÕES ABAIXO DA COTA ESTUDADA  
BACIA DE ACUMULAÇÃO NA COTA ESTUDADA

PERFIL NO EIXO DE JUSANTE

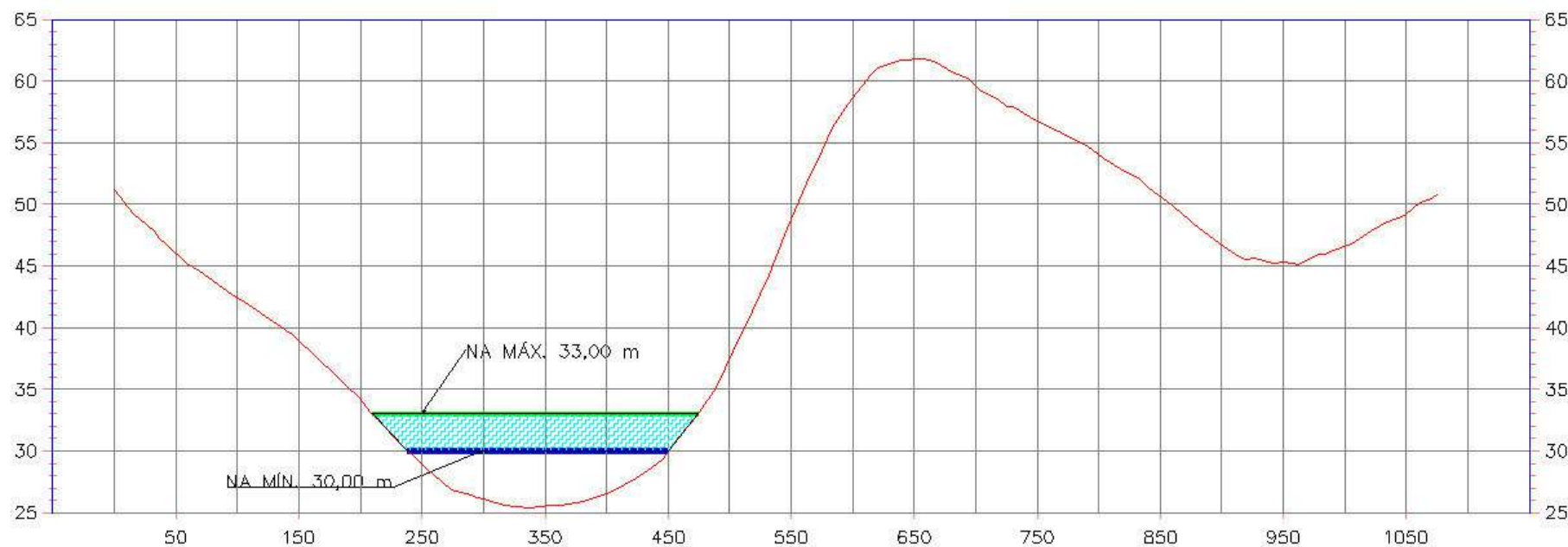
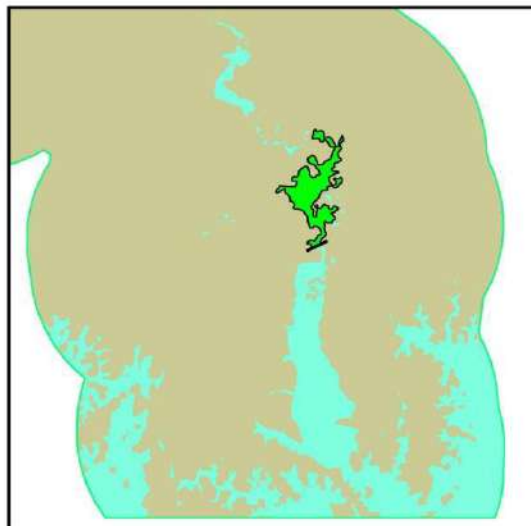
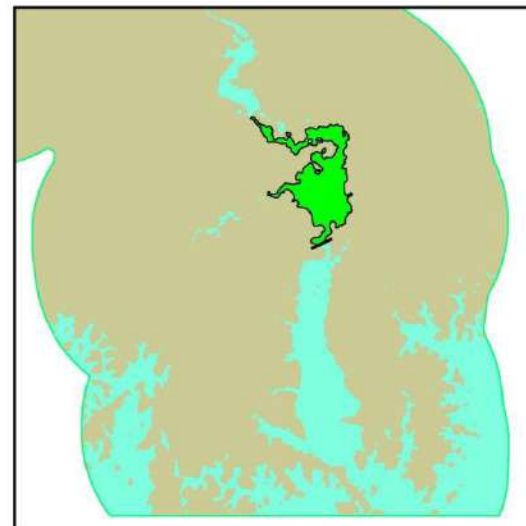


Figura 1.34 - Caracterização da barragem no eixo de Jusante

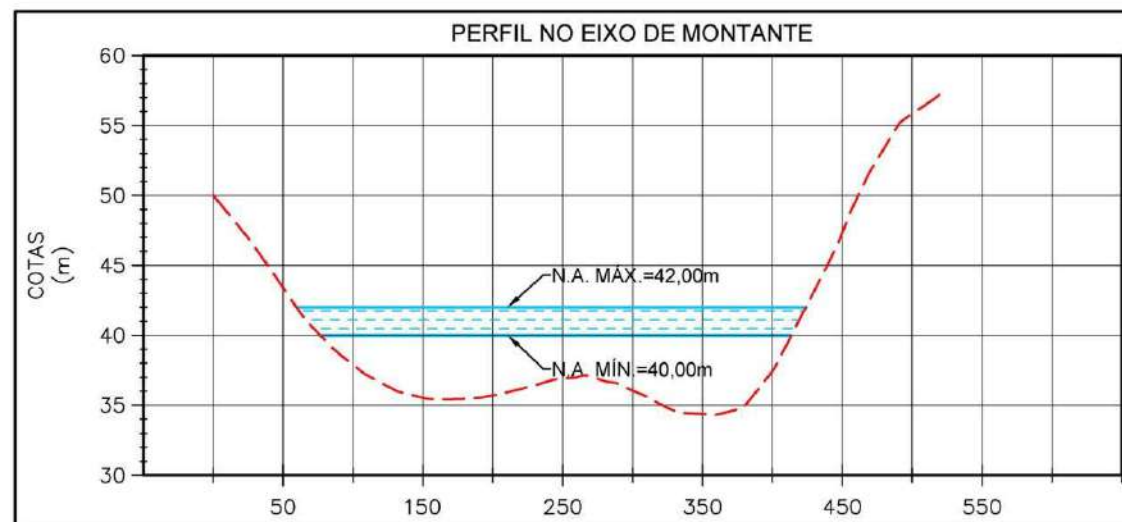
**COTA 40 - BARRAMENTO À MONTANTE**  
Área=3.064.974,21m<sup>2</sup>; Volume=6.886.897,67m<sup>3</sup>



**COTA 42 - BARRAMENTO À MONTANTE**  
Área=5.742.501,53m<sup>2</sup>; Volume=16.174.644,60m<sup>3</sup>



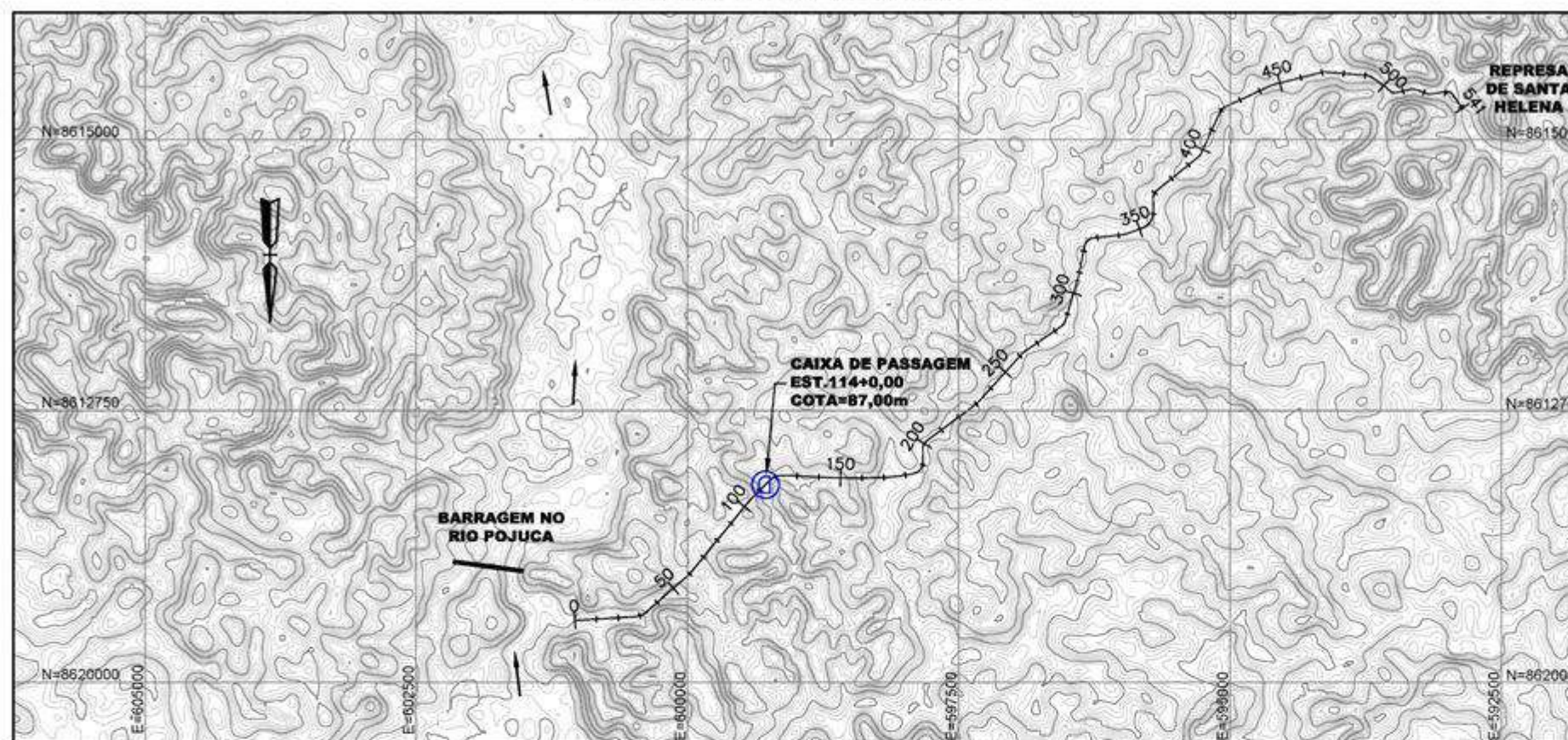
REGIÕES ABAIXO DA COTA ESTUDADA BACIA DE ACUMULAÇÃO NA COTA ESTUDADA



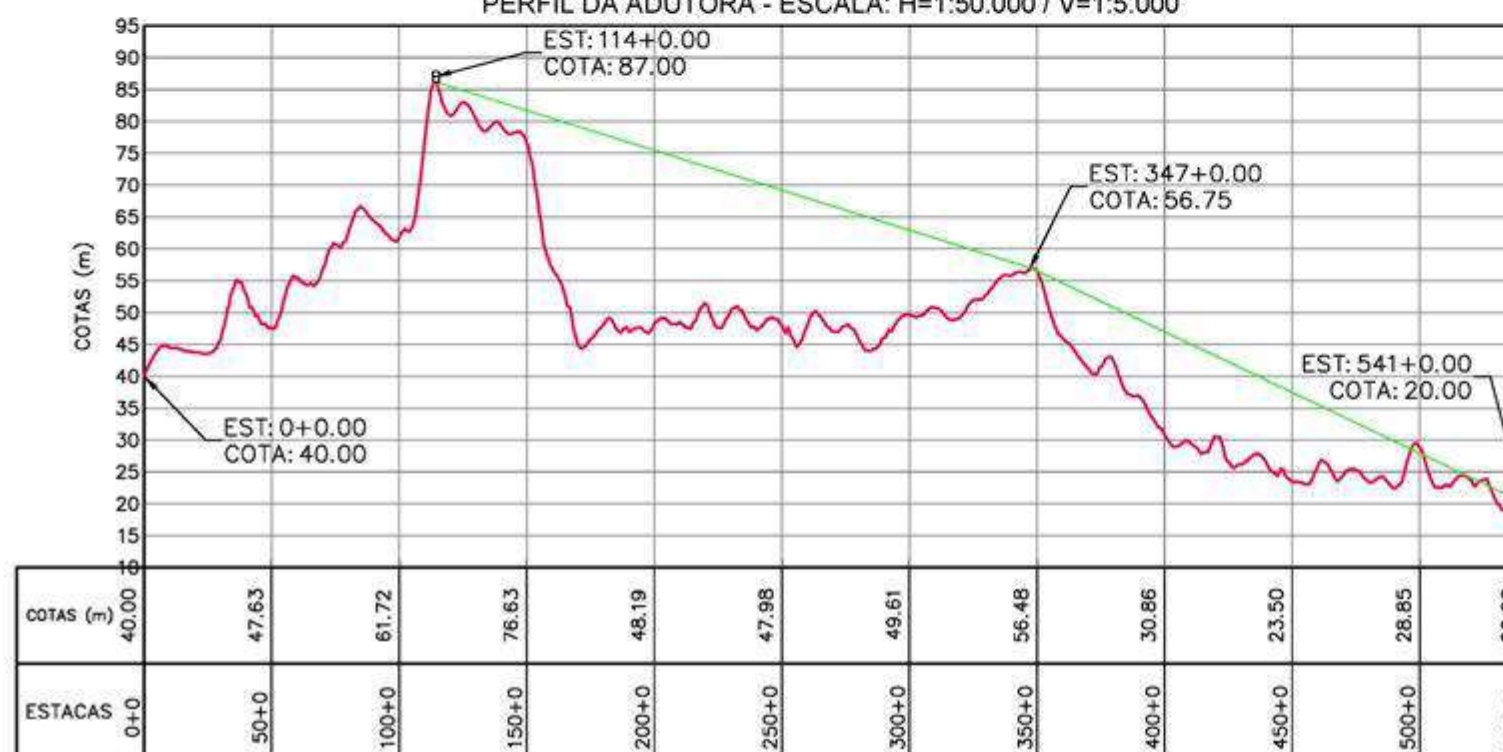
**Figura 1.35 - Caracterização da barragem no eixo de Montante**



PLANTA DA ADUTORA - ESCALA: 1:50.000



PERFIL DA ADUTORA - ESCALA: H=1:50.000 / V=1:5.000



**PLANTA E PERFIL DA ADUTORA  
DO RIO POJUCA PARA A  
REPRESA DE SANTA HELENA,  
COM CAPTAÇÃO EM  
BARRAGEM DE ACUMULAÇÃO**

Figura 1.36 - Planta e Perfil da Adutora do rio Pojuca para a Represa de Santa Helena, Captação a fio D'água

Apresenta-se a seguir a análise hidráulica da adutora para três diferentes diâmetros, objetivando determinar o mais econômico.

- Opção com DN 1000

- Material Ferro Fundido
- Diâmetro = 1000 mm
- Velocidade = 2,92 m/s
- Extensão do recalque = 2.280 m
- Extensão trecho por gravidade = 8.540 m
- Extensão total = 10.820 m
- Rugosidade =  $k = 0,2 \text{ mm}$
- Coeficiente de Perda de Carga:  $f = 0,014$
- Perda de Carga Unitária =  $0,00611 \text{ m/m}$
- Perda de Carga Distribuída =  $2.280 \times 0,00611 = 13,93 \text{ m}$
- AMT =  $47,00 + 13,93 = 60,93 \text{ m}$
- Potência de uma Moto-Bomba =  $2.290 / 3 \times 60,93 / 75 / 0,80 = 775 \text{ CV} \Rightarrow 800 \text{ CV}$
- Custo Unit. Forn./Assent. tubo = R\$ 2.477,09 / m (**Apêndice 3, Quadro 3**)
- Custo da Tubulação =  $10.820 \times 2.477,09 = \text{R\$ } 26.802.113,80$
- Potência Total = 3.200 CV
- Potência Útil = 2.400 CV
- Vazão Nominal = 2.290 L/s
- Taxa Anual de Juros = 12%
- Tarifa de Energia (fora de ponta):
  - Demanda = 15,5221 R\$/kW/mês
  - Consumo = 0,1711 R\$/kWh



**Quadro 1.87 - Alternativa de diâmetro - captação em barragem de acumulação no rio Pojuca, DN 1000 mm**

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>POJUCA -<br>SANTA<br>HELENA<br>(L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                                     |                                                  | CUSTO DA<br>TUBULAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                                                          | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO<br>ANUAL DE<br>DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO<br>DE ENERGIA<br>(R\$) |                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 852                                                      | 8,9                                 | 438.691,80                                          | 984.844,58                                       | 26.802.113,80                  | 28.225.650,18     | 16.015.991,93              |
| 2021          | 917                                                      | 9,6                                 | 438.691,80                                          | 1.059.641,47                                     |                                | 1.498.333,27      | 759.102,26                 |
| 2022          | 986                                                      | 10,3                                | 438.691,80                                          | 1.140.119,02                                     |                                | 1.578.810,82      | 714.173,84                 |
| 2023          | 1.061                                                    | 11,1                                | 438.691,80                                          | 1.226.708,68                                     |                                | 1.665.400,48      | 672.627,32                 |
| 2024          | 1.142                                                    | 12,0                                | 438.691,80                                          | 1.319.874,65                                     |                                | 1.758.566,45      | 634.156,69                 |
| 2025          | 1.228                                                    | 12,9                                | 438.691,80                                          | 1.420.116,37                                     |                                | 1.858.808,17      | 598.486,48                 |
| 2026          | 1.284                                                    | 13,5                                | 438.691,80                                          | 1.484.133,85                                     |                                | 1.922.825,65      | 552.766,43                 |
| 2027          | 1.342                                                    | 14,1                                | 438.691,80                                          | 1.551.037,17                                     |                                | 1.989.728,97      | 510.713,87                 |
| 2028          | 1.402                                                    | 14,7                                | 438.691,80                                          | 1.620.956,43                                     |                                | 2.059.648,23      | 472.018,22                 |
| 2029          | 1.465                                                    | 15,4                                | 438.691,80                                          | 1.694.027,59                                     |                                | 2.132.719,38      | 436.396,64                 |
| 2030          | 1.531                                                    | 16,0                                | 438.691,80                                          | 1.770.392,72                                     |                                | 2.209.084,51      | 403.591,48                 |
| 2031          | 1.578                                                    | 16,5                                | 438.691,80                                          | 1.824.168,60                                     |                                | 2.262.860,40      | 369.121,55                 |
| 2032          | 1.626                                                    | 17,0                                | 438.691,80                                          | 1.879.577,94                                     |                                | 2.318.269,74      | 337.642,87                 |
| 2033          | 1.675                                                    | 17,6                                | 438.691,80                                          | 1.936.670,34                                     |                                | 2.375.362,14      | 308.891,12                 |
| 2034          | 1.726                                                    | 18,1                                | 438.691,80                                          | 1.995.496,93                                     |                                | 2.434.188,72      | 282.625,81                 |
| 2035          | 1.778                                                    | 18,6                                | 438.691,80                                          | 2.056.110,38                                     |                                | 2.494.802,18      | 258.628,07                 |
| 2036          | 1.822                                                    | 19,1                                | 438.691,80                                          | 2.106.499,33                                     |                                | 2.545.191,13      | 235.581,90                 |
| 2037          | 1.867                                                    | 19,6                                | 438.691,80                                          | 2.158.123,16                                     |                                | 2.596.814,96      | 214.607,31                 |
| 2038          | 1.912                                                    | 20,0                                | 438.691,80                                          | 2.211.012,14                                     |                                | 2.649.703,94      | 195.516,24                 |
| 2039          | 1.959                                                    | 20,5                                | 438.691,80                                          | 2.265.197,26                                     |                                | 2.703.889,06      | 178.137,90                 |
| 2040          | 2.007                                                    | 21,0                                | 438.691,80                                          | 2.320.710,29                                     |                                | 2.759.402,09      | 162.317,15                 |
| <b>TOTAIS</b> |                                                          |                                     |                                                     |                                                  |                                |                   | <b>24.313.095,07</b>       |

- Opção com DN 1200

- Material Ferro Fundido
- Diâmetro = 1200 mm
- Velocidade = 2,02 m/s
- Extensão do recalque = 2.280 m
- Extensão trecho por gravidade = 8.540 m
- Extensão total = 10.820 m
- Rugosidade  $k = 0,2$  mm
- Coeficiente de Perda de Carga:  $f = 0,0137$
- Perda de Carga Unitária = 0,00237 m/m
- Perda de Carga Distribuída =  $2.293 \times 0,00237 = 5,45$  m
- AMT =  $47 + 5,45 = 52,45$  m
- Potência de uma Moto-Bomba =  $2.290 / 3 \times 52,45 / 75 / 0,80 = 668$  CV  $\Rightarrow 700$  CV
- Custo Unit. Forn./Assent. tubo = R\$ 3.317,37 / m (**Apêndice 3, Quadro 3**)
- Custo da Tubulação =  $10.820 \times 3.317,37 =$  R\$ 35.893.943,40
- Potência Total = 2.800 CV
- Potência Útil = 2.100 CV
- Vazão Nominal = 2.290 L/s
- Taxa Anual de Juros = 12%
- Tarifa de Energia:
  - Demanda = 15,5221 R\$/kW/mês
  - Consumo = 0,1711 R\$/kWh

**Quadro 1.88 - Alternativa de diâmetro - captação em barragem de acumulação no rio Pojuca, DN 1200 mm**

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>POJUCA -<br>SANTA<br>HELENA<br>(L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                                     |                                                  | CUSTO DA<br>TUBULAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                                                          | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO<br>ANUAL DE<br>DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO<br>DE ENERGIA<br>(R\$) |                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 852                                                      | 8,9                                 | 383.855,32                                          | 861.739,00                                       | 35.893.943,40                  | 37.139.537,73     | 21.073.971,12              |
| 2021          | 917                                                      | 9,6                                 | 383.855,32                                          | 927.186,28                                       |                                | 1.311.041,61      | 664.214,48                 |
| 2022          | 986                                                      | 10,3                                | 383.855,32                                          | 997.604,15                                       |                                | 1.381.459,47      | 624.902,11                 |
| 2023          | 1.061                                                    | 11,1                                | 383.855,32                                          | 1.073.370,10                                     |                                | 1.457.225,42      | 588.548,91                 |
| 2024          | 1.142                                                    | 12,0                                | 383.855,32                                          | 1.154.890,32                                     |                                | 1.538.745,64      | 554.887,10                 |
| 2025          | 1.228                                                    | 12,9                                | 383.855,32                                          | 1.242.601,83                                     |                                | 1.626.457,15      | 523.675,67                 |
| 2026          | 1.284                                                    | 13,5                                | 383.855,32                                          | 1.298.617,12                                     |                                | 1.682.472,44      | 483.670,62                 |
| 2027          | 1.342                                                    | 14,1                                | 383.855,32                                          | 1.357.157,53                                     |                                | 1.741.012,85      | 446.874,64                 |
| 2028          | 1.402                                                    | 14,7                                | 383.855,32                                          | 1.418.336,88                                     |                                | 1.802.192,20      | 413.015,94                 |
| 2029          | 1.465                                                    | 15,4                                | 383.855,32                                          | 1.482.274,14                                     |                                | 1.866.129,46      | 381.847,06                 |
| 2030          | 1.531                                                    | 16,0                                | 383.855,32                                          | 1.549.093,63                                     |                                | 1.932.948,95      | 353.142,55                 |
| 2031          | 1.578                                                    | 16,5                                | 383.855,32                                          | 1.596.147,53                                     |                                | 1.980.002,85      | 322.981,36                 |
| 2032          | 1.626                                                    | 17,0                                | 383.855,32                                          | 1.644.630,69                                     |                                | 2.028.486,02      | 295.437,51                 |
| 2033          | 1.675                                                    | 17,6                                | 383.855,32                                          | 1.694.586,54                                     |                                | 2.078.441,87      | 270.279,73                 |
| 2034          | 1.726                                                    | 18,1                                | 383.855,32                                          | 1.746.059,81                                     |                                | 2.129.915,13      | 247.297,58                 |
| 2035          | 1.778                                                    | 18,6                                | 383.855,32                                          | 1.799.096,58                                     |                                | 2.182.951,91      | 226.299,56                 |
| 2036          | 1.822                                                    | 19,1                                | 383.855,32                                          | 1.843.186,92                                     |                                | 2.227.042,24      | 206.134,16                 |
| 2037          | 1.867                                                    | 19,6                                | 383.855,32                                          | 1.888.357,77                                     |                                | 2.272.213,09      | 187.781,39                 |
| 2038          | 1.912                                                    | 20,0                                | 383.855,32                                          | 1.934.635,62                                     |                                | 2.318.490,94      | 171.076,71                 |
| 2039          | 1.959                                                    | 20,5                                | 383.855,32                                          | 1.982.047,60                                     |                                | 2.365.902,92      | 155.870,66                 |
| 2040          | 2.007                                                    | 21,0                                | 383.855,32                                          | 2.030.621,50                                     |                                | 2.414.476,83      | 142.027,51                 |
| <b>TOTAIS</b> |                                                          |                                     |                                                     |                                                  |                                |                   | <b>28.333.936,37</b>       |

- Opção com DN 1500

- Material Aço
- Diâmetro = 1500 mm
- Velocidade = 1,30 m/s
- Extensão do recalque = 2.280 m
- Extensão trecho por gravidade = 8.540 m
- Extensão total = 10.820 m
- Rugosidade  $k = 0,2 \text{ mm}$
- Coeficiente de Perda de Carga:  $f = 0,013$
- Perda de Carga Unitária =  $0,00075 \text{ m/m}$
- Perda de Carga Distribuída =  $2.293 \times 0,00075 = 1,74 \text{ m}$
- AMT =  $47 + 1,74 = 48,74 \text{ m}$
- Potência de uma Moto-Bomba =  $2.290 / 3 \times 48,74 / 75 / 0,80 = 620 \text{ CV} \Rightarrow 650 \text{ CV}$
- Custo Unit. Forn./Assent. tubo = R\$ 7.457,45 / m (**Apêndice 3, Quadro 4**)
- Custo da Tubulação =  $10.820 \times 7.457,45 = \text{R\$ } 80.689.609,00$
- Potência Total = 2.600 CV
- Potência Útil = 1.950 CV
- Vazão Nominal = 2.290 L/s
- Taxa Anual de Juros = 12%
- Tarifa de Energia:
  - Demanda = 15,5221 R\$/kW/mês
  - Consumo = 0,1711 R\$/kWh

Da análise anterior, obtém-se que o diâmetro de 1.000 mm é o mais econômico. Portanto, os equipamentos de recalque serão previstos para a adutora com este diâmetro, conforme apresentado a seguir.

- Diâmetro econômico = 1.000 mm
- Bomba selecionada: 20 QL 26B; potência = 800 cv; rotação = 1.175 rpm

Verificação do trecho por gravidade:

- Extensão = 8.540 m      Vazão = 2,29 m³/s
- Diâmetro = 1,0 m
- Diferença de nível =  $87,00 - 20,00 = 67,00 \text{ m}$   
 $67 = 0,013 \times 8.540 / 1,0 \times (Q / ((1,0^2) \times 3,14 / 4))^2 / 19,6$   
 $Q = 2,7 \text{ m}^3/\text{s} > 2,29 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{Ok}$

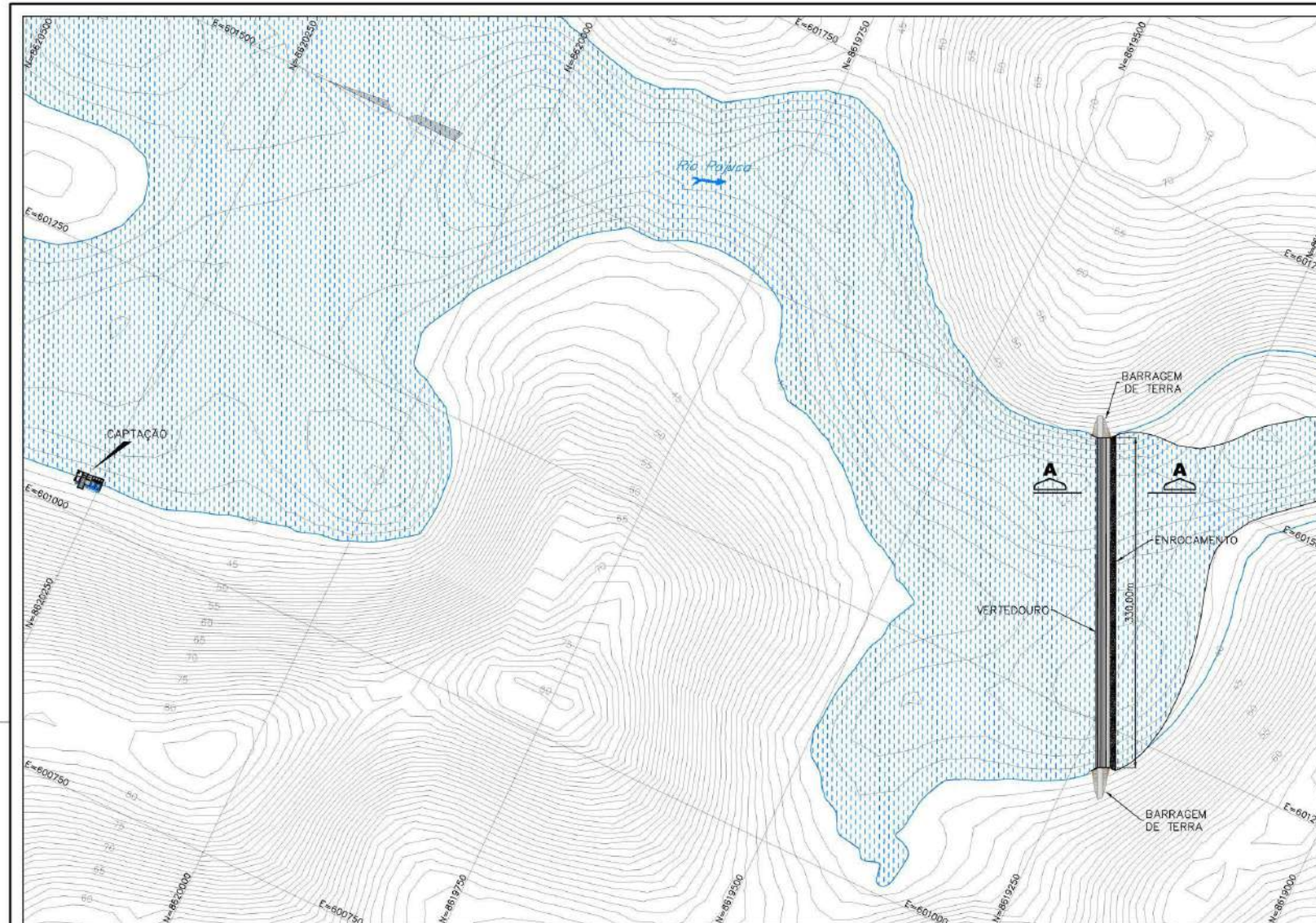


**Quadro 1.89 - Alternativa de diâmetro - captação em barragem de acumulação no rio Pojuca, DN 1500 mm**

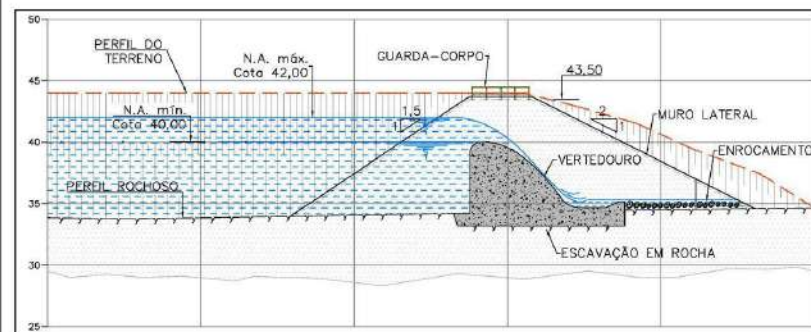
| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>POJUCA -<br>SANTA<br>HELENA<br>(L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                                     |                                                  | CUSTO DA<br>TUBULAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                                                          | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO<br>ANUAL DE<br>DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO<br>DE ENERGIA<br>(R\$) |                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0,00                                                     | 0,00                                | 0,00                                                | 0,00                                             |                                | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 852                                                      | 8,9                                 | 356.437,09                                          | 800.186,22                                       | 80.689.609,00                  | 81.846.232,31     | 46.441.750,25              |
| 2021          | 917                                                      | 9,6                                 | 356.437,09                                          | 860.958,69                                       |                                | 1.217.395,78      | 616.770,59                 |
| 2022          | 986                                                      | 10,3                                | 356.437,09                                          | 926.346,71                                       |                                | 1.282.783,79      | 580.266,24                 |
| 2023          | 1.061                                                    | 11,1                                | 356.437,09                                          | 996.700,81                                       |                                | 1.353.137,89      | 546.509,70                 |
| 2024          | 1.142                                                    | 12,0                                | 356.437,09                                          | 1.072.398,15                                     |                                | 1.428.835,24      | 515.252,31                 |
| 2025          | 1.228                                                    | 12,9                                | 356.437,09                                          | 1.153.844,55                                     |                                | 1.510.281,64      | 486.270,27                 |
| 2026          | 1.284                                                    | 13,5                                | 356.437,09                                          | 1.205.858,75                                     |                                | 1.562.295,84      | 449.122,72                 |
| 2027          | 1.342                                                    | 14,1                                | 356.437,09                                          | 1.260.217,70                                     |                                | 1.616.654,79      | 414.955,02                 |
| 2028          | 1.402                                                    | 14,7                                | 356.437,09                                          | 1.317.027,10                                     |                                | 1.673.464,19      | 383.514,80                 |
| 2029          | 1.465                                                    | 15,4                                | 356.437,09                                          | 1.376.397,41                                     |                                | 1.732.834,50      | 354.572,27                 |
| 2030          | 1.531                                                    | 16,0                                | 356.437,09                                          | 1.438.444,08                                     |                                | 1.794.881,17      | 327.918,08                 |
| 2031          | 1.578                                                    | 16,5                                | 356.437,09                                          | 1.482.136,99                                     |                                | 1.838.574,08      | 299.911,26                 |
| 2032          | 1.626                                                    | 17,0                                | 356.437,09                                          | 1.527.157,07                                     |                                | 1.883.594,16      | 274.334,83                 |
| 2033          | 1.675                                                    | 17,6                                | 356.437,09                                          | 1.573.544,65                                     |                                | 1.929.981,74      | 250.974,03                 |
| 2034          | 1.726                                                    | 18,1                                | 356.437,09                                          | 1.621.341,25                                     |                                | 1.977.778,34      | 229.633,47                 |
| 2035          | 1.778                                                    | 18,6                                | 356.437,09                                          | 1.670.589,68                                     |                                | 2.027.026,77      | 210.135,31                 |
| 2036          | 1.822                                                    | 19,1                                | 356.437,09                                          | 1.711.530,71                                     |                                | 2.067.967,79      | 191.410,30                 |
| 2037          | 1.867                                                    | 19,6                                | 356.437,09                                          | 1.753.475,07                                     |                                | 2.109.912,16      | 174.368,44                 |
| 2038          | 1.912                                                    | 20,0                                | 356.437,09                                          | 1.796.447,36                                     |                                | 2.152.884,45      | 158.856,94                 |
| 2039          | 1.959                                                    | 20,5                                | 356.437,09                                          | 1.840.472,77                                     |                                | 2.196.909,86      | 144.737,04                 |
| 2040          | 2.007                                                    | 21,0                                | 356.437,09                                          | 1.885.577,11                                     |                                | 2.242.014,20      | 131.882,69                 |
| <b>TOTAIS</b> |                                                          |                                     |                                                     |                                                  |                                |                   | <b>53.183.146,55</b>       |

A **Figura 1.37** apresenta o desenho esquemático da estrutura de captação na barragem de acumulação no rio Pojuca.

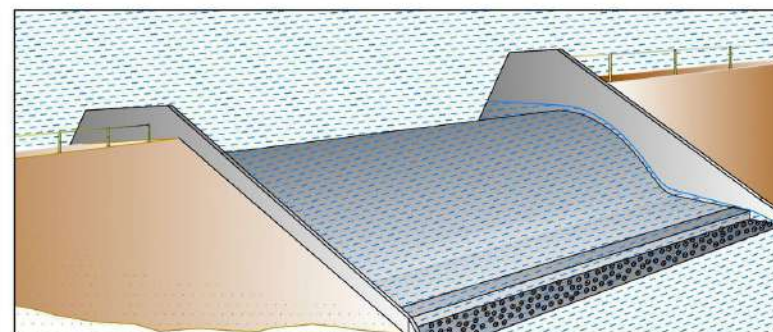




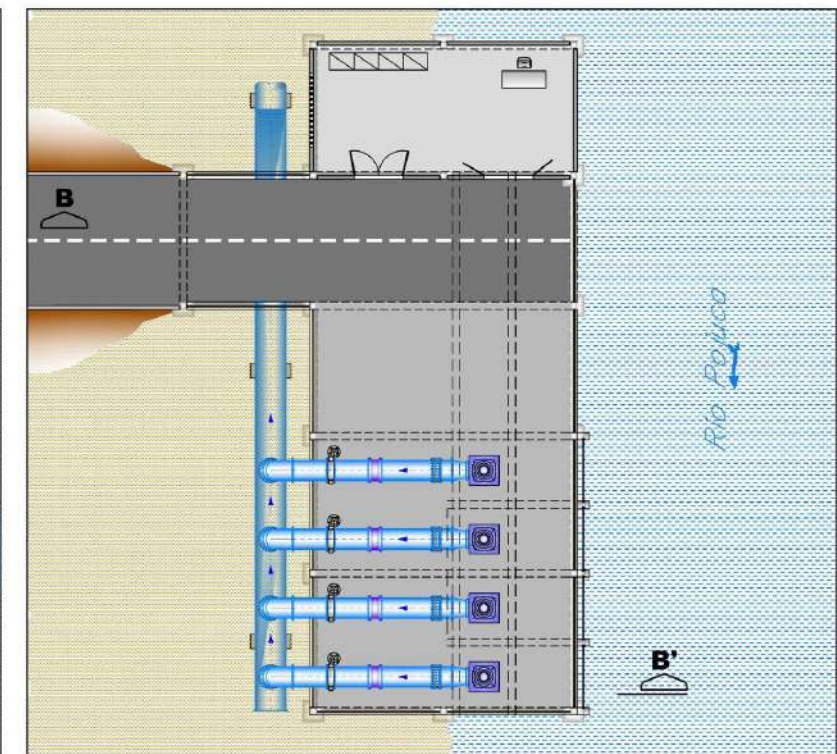
**PLANTA BAIXA**  
ESCALA 1:2.500



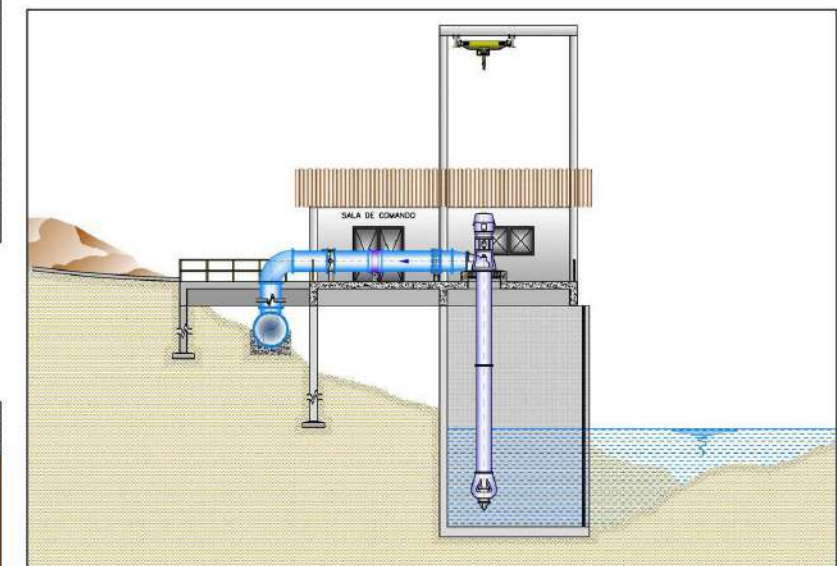
**CORTE A-A'**  
ESCALA 1:250



**PERSPECTIVA**  
SEM ESCALA



**CAPTAÇÃO  
PLANTA BAIXA**  
ESCALA 1:125



**CORTE B-B'**  
ESCALA 1:125

NOTA: DISTÂNCIAS EM METRO, DIÂMETRO EM MILÍMETRO, EXCETO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

**BARRAGEM E CAPTAÇÃO NO RIO POJUCA  
ALTERNATIVA "F"  
PLANTA E CORTE**

| ESCALA INDICADA | DATA:    | DESENHO:       | PROJETO:        |
|-----------------|----------|----------------|-----------------|
|                 | OUT/2015 | JAIR FERNANDES | GERALDO BARRETO |

Figura 1.37 - Desenho esquemático da estrutura de captação em barragem de acumulação no rio Pojuca



- **Avaliação do custo de implantação do sistema adutor de água bruta Pojuca - Santa Helena**

**BARRAGEM DE ACUMULAÇÃO NO RIO POJUCA – EIXO DE MONTANTE**

Por tratar-se de uma obra de grande porte e, principalmente, com uma variedade de serviços de difícil previsibilidade e considerando que a fase de estudo não dispõe de elementos mais completos para uma orçamentação mais precisa, foram elencados os principais serviços do empreendimento e estimados os seus preços. Procurou-se ao máximo fundamentar todos os serviços a fim de evitar grandes distorções em relação a orçamentos futuros nas fases de projeto.

Para elaboração do custo unitário, cuja data base é Julho/2014, foram utilizadas as seguintes fontes:

- Custo de barragens de projetos já desenvolvidos pela própria Geohidro;
- Custo de barragens de projetos disponibilizados pela CERB, responsável pela implantação/operação da maioria dessas obras no Estado da Bahia; e
- Roteiro de Auditoria de Obras Públicas publicado pelo Tribunal de Contas da União em 2012.

A orçamentação foi elaborada com vistas a obter-se os preços finais mais próximos da realidade, tendo como principais referências os condicionantes explicitados a seguir:

- Barramento
- Custo do Projeto Executivo
- Desapropriação
- Desmatamento
- Gerenciamento de obras
- Custo dos Planos e Programas Ambientais
- Obras Complementares

Os critérios adotados para os itens citados anteriormente serão descritos a seguir.

**Barramento**

Para a estimativa do custo do barramento foram selecionados projetos de barragens com características de volume acumulado e área da bacia hidráulica similares aos do projeto proposto. O **Quadro 1.90**, a seguir, apresenta as barragens de referência, indicando características e custos, esses com data base de Julho/2014.

**Quadro 1.90 - Características e Custos das Barragens de Referência (Base: Julho/2014)**

| BARRAGEM                | LOCAL                | ALTURA<br>(m) | VOLUME<br>(hm³) | ÁREA<br>(ha) | VAZÃO<br>REGULARIZADA<br>(L/s) | ORÇAMENTO<br>(Jul/2014)<br>(R\$) |
|-------------------------|----------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Baraúnas                | Seabra               | 34,5          | 23,71           | 256          | 251,7                          | 49.818.685,09                    |
| Cachoeirinha            | Wagner               | 19,6          | 3,04            | 59,9         | 83,4                           | 13.546.617,22                    |
| Campinhos               | Abaíra e Mucugê      | 28            | 12,37           | 172,6        | 455                            | 43.088.822,39                    |
| Casa Branca             | Mucugê               | 28            | 22,37           | 394          | 948                            | 57.746.530,85                    |
| Cristalândia - 1ª etapa | Brumado              | 22,46         | 16,7            | 259          | 617                            | 24.999.511,22                    |
| Morrinhos               | Piripá/Jânio Quadros | 28            | 34,71           | 538,5        | 565                            | 57.591.215,81                    |
| Bandeira de Melo        | Itaetê               | 19,1          | 111,59          | 2.087,00     | 7.000,00                       | 75.110.589,48                    |

Elaboração: GEOHIDRO, 2015

Destaca-se, que os orçamentos mostrados no quadro acima se referem basicamente a materiais e serviços para a construção do barramento, não estando computados os preços de obras complementares.

Com base nos dados anteriores, foram elaborados os seguintes gráficos:

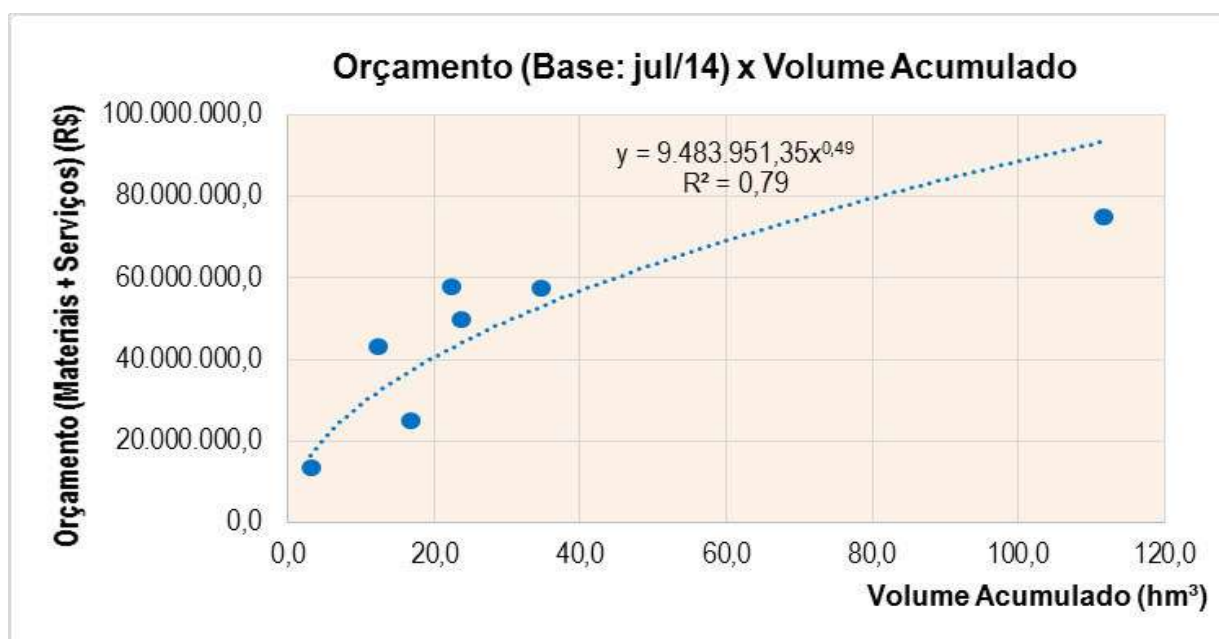
- Orçamento (jul/14) (R\$) x Vazão Regularizada 100% (L/s);
- Orçamento (jul/14) (R\$) x Área hidráulica (ha); e
- Orçamento (jul/14) (R\$) x Volume acumulado (hm³).

As curvas de regressão geradas a partir dos dados analisados apresentaram os seguintes coeficientes de correlação ( $R^2$ ):

- Orçamento (jul/14) (R\$) x Vazão Regularizada 100% (L/s) .....  $R^2 = 0,56$
- Orçamento (jul/14) (R\$) x Área hidráulica (ha) .....  $R^2 = 0,71$
- Orçamento (jul/14) (R\$) x Volume acumulado (hm³) .....  $R^2 = 0,79$

O  $R^2$  de 0,56 é um valor baixo indicando que não se atingiu uma boa correlação entre os dados; o  $R^2$  igual a 0,71 e 0,79 indica maior confiabilidade nos resultados.

A curva de regressão escolhida como mais representativa para a estimativa do preço do barramento foi aquela que apresentou o maior  $R^2$ , ou seja, Orçamento (Base: jul/14) (R\$) x Volume acumulado (hm³). A **Figura 1.38**, a seguir, apresenta o gráfico citado.



**Figura 1.38** - Curva paramétrica que relaciona o preço do barramento com o volume acumulado

Elaboração: GEOHIDRO, 2015

As características gerais da barragem de Itapecerica proposta no rio Pojuca são: 16,17 hm³ de volume acumulado, 583,8 ha de área hidráulica no nível máximo normal e 2 m³/s de vazão regularizada com garantia de 100%.

Para estimar o custo do barramento, foi utilizada a seguinte expressão:  $y = 9.483.951,35 \cdot x^{0,49}$

Sendo:

$x$  = Volume acumulado (hm³); e

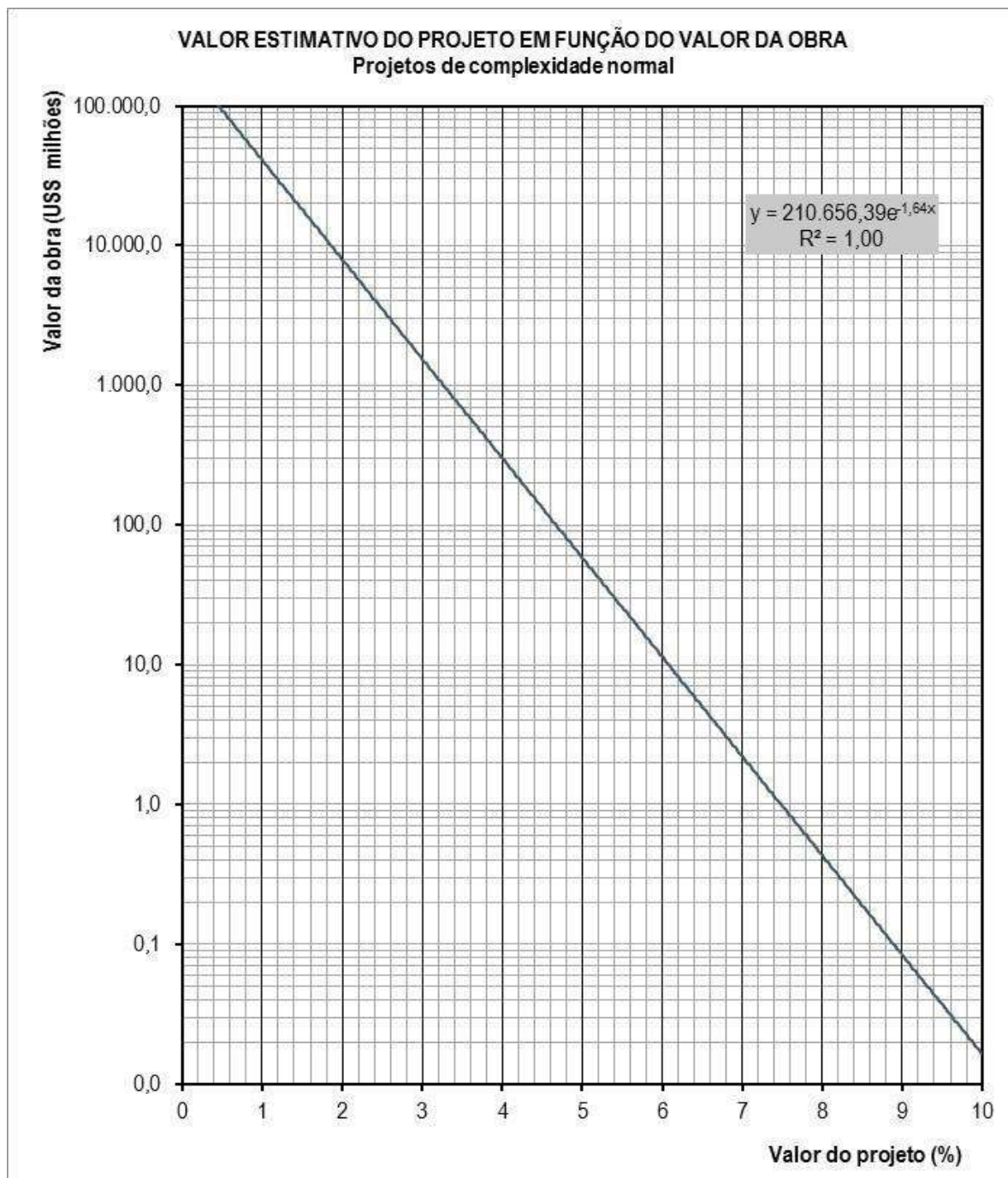
$y$  = Custo do barramento (R\$).

Considerando o volume de 16,17 hm³ previsto para a barragem Itapecerica e a equação apresentada anteriormente, chega-se a um custo do barramento de R\$ 37.090.033,64, aproximado para R\$ 37,1 milhões.



### Custo do Projeto

Para estimar o custo do projeto da barragem Itapecerica foi seguida a metodologia adotada pelo Tribunal de Contas da União (2012) que utiliza o estudo do SINAENCO – Sindicato da Arquitetura e Engenharia Consultiva para correlacionar o custo de projeto com o custo da obra. A **Figura 1.39**, a seguir, apresenta a equação que define o percentual do projeto sobre o valor (em Dólar) de obras de engenharia.



**Figura 1.39** - Percentual de projeto sobre o valor da obra. Projetos de complexidade normal

Fonte: SINAENCO – Sindicato da Arquitetura e Engenharia Consultiva apud Tribunal de Contas da União (2012)

Conforme a figura anterior, o percentual do projeto da barragem em relação ao custo do barramento, R\$ 37,1 milhões ou US\$ 16,3 milhões, considerando o dólar igual a R\$ 2,28 em jul/14, é 5,77%.

No entanto, essa curva foi estimada para contratação de projetos de complexidade normal, sendo que, para projetos de maior complexidade deve ser aplicado um coeficiente de ajuste preconizado pelo Tribunal de Contas da União, conforme **Quadro 1.91**.

**Quadro 1.91** - Coeficiente de ajuste para custo de consultoria

| FATOR                                  | NORMAL     | ACIMA DO NORMAL |
|----------------------------------------|------------|-----------------|
| Responsabilidade assumida              | 100        | 180             |
| Esforço analítico e pesquisas iniciais | 100        | 140             |
| Agentes intervenientes (quantidade)    | 100        | 130             |
| Grau de indagação tecnológica          | 100        | 160             |
| Gama multidisciplinar                  | 100        | 140             |
| Condições naturais                     | 100        | 120             |
| Localização do empreendimento          | 100        | 120             |
| <b>TOTAL</b>                           | <b>700</b> | <b>990</b>      |

Fonte: Tribunal de Contas da União (2012)

Considerando que um projeto de barragem de acumulação apresenta uma complexidade relativamente elevada, os valores adotados para cada fator devem ser todos acima do normal, resultando em um Coeficiente de Correção =  $\Sigma \text{Coeficiente Adotado} / \Sigma \text{Coeficiente Normal} = 1,41$  ( $990/700=1,41$ ). Sendo assim, a porcentagem do projeto final se eleva para 8,14% ( $1,41 \times 5,77\%$ ).

Logo, o valor do projeto executivo da barragem no rio Pojuca é de aproximadamente R\$ 3.000.000,00 milhões ( $37,1 \times 8,14\% = 3,02$ ).

Ademais, deve-se considerar ainda o custo dos estudos ambientais para obtenção de licenciamentos e respectivas autorizações junto aos órgãos responsáveis, a fim de viabilizar a implantação do empreendimento.

Como referência, foi utilizado o custo dos estudos ambientais da barragem de Baraúnas, recém executado pela própria Geohidro (fev/2013), cujo valor corrigido para julho/2014 foi de R\$ 751.577,00. Devido à área da bacia hidráulica da barragem Itapecerica ser superior à da barragem de Baraúnas, considerou-se um incremento no custo dos estudos ambientais da barragem em estudo, tendo sido adotado o valor de R\$ 1.500.000,00.

Assim sendo, estima-se o custo do projeto executivo da barragem do rio Pojuca e respectivos estudos ambientais em R\$ 4.500.000,00.

### Desapropriação

Para a estimativa do custo de desapropriação foram utilizados, como referência, os custos das barragens descritas no **Quadro 1.92**, a seguir.

**Quadro 1.92** - Custo de desapropriação das Barragens de Referência (Base: Jul/2014)

| BARRAGEM               | LOCAL          | ÁREA (ha) | CUSTO (R\$)   | R\$/ha   |
|------------------------|----------------|-----------|---------------|----------|
| Catolé                 | Barra do Choça | 220       | 633.680,22    | 2.880,36 |
| Bandeira de Melo       | Itaetê         | 2.650,00  | 2.494.536,80  | 941,33   |
| Rio Colônia - 1ª etapa | Itapé          | 3.600,00  | 18.007.440,97 | 5.002,07 |

Elaboração: GEOHIDRO, 2015

Considerando que a área prevista para a implantação da barragem de Itapecerica se situa em uma região próxima da BA-099 (estrada do Coco) e de Salvador, com um valor de mercado relativamente valorizado, foi adotado o custo unitário de desapropriação equivalente ao dobro da barragem do Rio Colônia, ou seja, 10.000 R\$/ha (1,00 R\$/m²).

Assim, tendo em conta a área prevista para desapropriação da barragem de Itapecerica, de aproximadamente 18.200.000 m², valor que leva em conta a área hidráulica do lago no nível máximo maximorum com a faixa de 100 metros de proteção, e o custo unitário de R\$ 1,00/m², chega-se a um custo total de desapropriação da ordem de R\$ 18.200.000,00.

#### *Desmatamento*

A área de desmatamento de mata fechada (625 ha) e mata aberta (447 ha) foi mensurada a partir do programa Google Earth Pro. Como referência, foram utilizados os custos da barragem de Baraúnas, recém levantados pela Geohidro (fev/2013), com valor corrigido para julho/2014, resultando em R\$ 20.227,21/ha para mata fechada e R\$ 6.028,52/ha para mata aberta. Consequentemente, o custo do desmatamento é estimado em torno de R\$ 15.340.000,00 (=12.640.000,00 + 2.700.000,00).

#### *Gerenciamento de obras*

Baseado nos percentuais de gerenciamento das obras adotados para a barragem de Baraúnas e do rio Colônia, que foram da ordem de 5,5% e 7,5%, respectivamente, estimou-se que o gerenciamento da obra no rio Pojuca custará 6% do valor do barramento.

Assim, o custo previsto para este quesito é cerca de R\$ 2.230.000,00.

#### *Obras Complementares*

Em virtude de nesta fase de estudo não se dispor de todos os elementos para orçar o preço total do empreendimento, deve-se prever uma porcentagem para os custos de pequenas intervenções que normalmente ocorrem no andamento da construção de uma barragem de acumulação. Para o empreendimento em questão, foi previsto um custo adicional de R\$ 3.710.000,00, valor que corresponde a 10% do custo do barramento.

#### *Resumo dos Custos para Implantação da Barragem no Rio Pojuca*

O custo total para a implantação da barragem no rio Pojuca, conforme demonstrado no **Quadro 1.93** a seguir, é estimado em R\$ 81.080.000,00.

**Quadro 1.93** - Resumo dos investimentos e de desapropriação da barragem no rio Pojuca (Data base: Jul/2014)

| ITEM                                     | CUSTO (R\$)          |
|------------------------------------------|----------------------|
| <b>1. Investimento:</b>                  | <b>62.880.000,00</b> |
| - Obras do Barramento                    | 37.100.000,00        |
| - Projeto Executivo e Estudos Ambientais | 4.500.000,00         |
| - Desmatamento Mata Fechada              | 12.640.000,00        |
| - Desmatamento Mata Aberta               | 2.700.000,00         |
| - Gerenciamento da Obra                  | 2.230.000,00         |
| - Obras Complementares                   | 3.710.000,00         |
| <b>2. Desapropriação</b>                 | <b>18.200.000,00</b> |
| <b>TOTAL</b>                             | <b>81.080.000,00</b> |

Elaboração: GEOHIDRO, 2015

• **Avaliação do custo das estruturas de Reversão do rio Pojuca para a represa de Santa Helena**

A reversão de 2007 L/s do rio Pojuca para a represa de Santa Helena exigirá a construção de uma barragem de acumulação, uma estação elevatória de recalque e uma adutora em Ferro Fundido DN 1000, cujos custos de investimento e operação estão sintetizados no quadro a seguir.

Para estimativa dos custos da barragem empregou-se metodologia baseada em curva de custo paramétrica que relaciona o preço do barramento com o volume acumulado, conforme anteriormente descrito, e outros custos associados, tais como projeto da barragem, desapropriação da área inundada, desmatamento, gerenciamento da obra e obras complementares, cujos critérios de estimativa também já foram descritos.

O custo global da elevatória do Pojuca foi determinado pela curva de custo apresentada no **Apêndice 3, Figura 8**, decompondo-se posteriormente esse custo entre os seus principais componentes.

O custo da adutora Pojuca - Santa Helena foi determinado a partir do custo unitário para tubo de ferro fundido (**Apêndice 3, Quadro 3**) e da extensão da adutora.

**Quadro 1.94** - Estimativa de custo das estruturas de Reversão do rio Pojuca para a represa de Santa Helena

| ITEM                                          | DESCRIÇÃO                                                                                                                                    | QUANT    | PREÇO UNITÁRIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$)    |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------------------|
| <b>Custos de investimento:</b>                |                                                                                                                                              |          |                      |                      |
| 1                                             | Estação Elevatória do Pojuca:                                                                                                                |          |                      |                      |
|                                               | - Conjunto motobomba FLOWSERVE modelo 20 QL 26B, com motor de 800 cv                                                                         | 4        | 900.000,00           | 3.600.000,00         |
|                                               | - Válvula de retenção de fechamento rápido tipo CLASAR, DN 800 mm                                                                            | 4        | 52.840,00            | 211.360,00           |
|                                               | - Válvula borboleta de acordo com a norma AWWA C-504 DN 800 mm                                                                               | 4        | 45.500,00            | 182.000,00           |
|                                               | - Junta de desmontagem travada axialmente DN 800 mm                                                                                          | 4        | 13.440,00            | 53.760,00            |
|                                               | - Montagem                                                                                                                                   | Verba    |                      | 150.000,00           |
|                                               | - Obras civis                                                                                                                                | Verba    |                      | 5.152.880,00         |
|                                               | - Monovia e talha manual                                                                                                                     | Verba    |                      | 35.000,00            |
|                                               | - Sistema Elétrico EEAB Pojuca - Santa Helena (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b> | Verba    |                      | 1.830.000,00         |
| 2                                             | Adutora para Santa Helena, Fº DN 1000                                                                                                        | 10.820 m | 2.477,09             | 26.802.113,80        |
| 3                                             | Barragem de acumulação no rio Pojuca (NA min = 40,00 m; NA max = 42,00 m; Vol. acumulado = 16,17 hm³)                                        |          |                      | 81.080.000,00        |
|                                               | - Obras civis / equipamentos                                                                                                                 | Verba    |                      | 37.100.000,00        |
|                                               | - Projeto Executivo e Estudos Ambientais                                                                                                     | Verba    |                      | 4.500.000,00         |
|                                               | - Desapropriação da área inundada                                                                                                            | Verba    |                      | 18.200.000,00        |
|                                               | - Desmatamento                                                                                                                               | Verba    |                      | 15.340.000,00        |
|                                               | - Gerenciamento da Obra                                                                                                                      | Verba    |                      | 2.230.000,00         |
|                                               | - Obras complementares                                                                                                                       | Verba    |                      | 3.710.000,00         |
| 4                                             | Total dos investimentos em 2020                                                                                                              |          |                      | 119.097.113,80       |
| 5                                             | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                                       |          |                      | 67.578.900,81        |
| <b>Custos de operação, em valor presente:</b> |                                                                                                                                              |          |                      |                      |
| 6                                             | Custo de operação da elevatória de recalque Pojuca - Santa Helena ( <b>Quadro 1.95</b> )                                                     |          |                      | 17.926.820,92        |
| <b>TOTAL EM VALOR PRESENTE (5 + 6)</b>        |                                                                                                                                              |          |                      | <b>85.505.721,73</b> |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)



**Quadro 1.95 - Custo de operação do recalque Pojuca - Santa Helena DN 1000 mm, para a vazão média de 2007 L/s**

Potência total = 3.200 cv

Vazão nominal = 2.290 L/s

Potência útil = 2.400 cv

Taxa anual de Juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

Investimentos: Elevatória = R\$ 11.215.000,00

Adutora = R\$ 26.802.113,80

Barragem = R\$ 81.080.000,00

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>POJUCA -<br>SANTA<br>HELENA<br>(L/S) | CUSTO DE ENERGIA                         |                                                        |                                                     | CUSTO DE<br>PESSOAL<br>DE<br>OPERAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO DE<br>MANUTENÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                                                          | HORAS DE<br>FUNCIONA-<br>MENTO<br>DIÁRIO | CUSTO<br>ANUAL DE<br>DEMANDA<br>DE<br>ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO<br>ANUAL DE<br>CONSUMO<br>DE ENERGIA<br>(R\$) |                                                |                                 | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0                                                        | 0,0                                      | 0,00                                                   | 0,00                                                | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0                                                        | 0,0                                      | 0,00                                                   | 0,00                                                | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0                                                        | 0,0                                      | 0,00                                                   | 0,00                                                | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0                                                        | 0,0                                      | 0,00                                                   | 0,00                                                | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0                                                        | 0,0                                      | 0,00                                                   | 0,00                                                | 0,00                                           | 0,00                            | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 852                                                      | 8,9                                      | 438.691,80                                             | 984.844,58                                          | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.259.231,53      | 1.849.375,50               |
| 2021          | 917                                                      | 9,6                                      | 438.691,80                                             | 1.059.641,47                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.334.028,42      | 1.689.122,56               |
| 2022          | 986                                                      | 10,3                                     | 438.691,80                                             | 1.140.119,02                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.414.505,98      | 1.544.549,10               |
| 2023          | 1.061                                                    | 11,1                                     | 438.691,80                                             | 1.226.708,68                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.501.095,64      | 1.414.033,81               |
| 2024          | 1.142                                                    | 12,0                                     | 438.691,80                                             | 1.319.874,65                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.594.261,61      | 1.296.126,77               |
| 2025          | 1.228                                                    | 12,9                                     | 438.691,80                                             | 1.420.116,37                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.694.503,33      | 1.189.531,19               |
| 2026          | 1.284                                                    | 13,5                                     | 438.691,80                                             | 1.484.133,85                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.758.520,81      | 1.080.484,92               |
| 2027          | 1.342                                                    | 14,1                                     | 438.691,80                                             | 1.551.037,17                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.825.424,13      | 981.891,09                 |
| 2028          | 1.402                                                    | 14,7                                     | 438.691,80                                             | 1.620.956,43                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.895.343,39      | 892.712,17                 |
| 2029          | 1.465                                                    | 15,4                                     | 438.691,80                                             | 1.694.027,59                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 3.968.414,54      | 812.016,24                 |
| 2030          | 1.531                                                    | 16,0                                     | 438.691,80                                             | 1.770.392,72                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.044.779,67      | 738.966,12                 |
| 2031          | 1.578                                                    | 16,5                                     | 438.691,80                                             | 1.824.168,60                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.098.555,56      | 668.563,19                 |
| 2032          | 1.626                                                    | 17,0                                     | 438.691,80                                             | 1.879.577,94                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.153.964,89      | 605.001,48                 |
| 2033          | 1.675                                                    | 17,6                                     | 438.691,80                                             | 1.936.670,34                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.211.057,29      | 547.604,16                 |
| 2034          | 1.726                                                    | 18,1                                     | 438.691,80                                             | 1.995.496,93                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.269.883,88      | 495.762,46                 |
| 2035          | 1.778                                                    | 18,6                                     | 438.691,80                                             | 2.056.110,38                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.330.497,34      | 448.928,65                 |
| 2036          | 1.822                                                    | 19,1                                     | 438.691,80                                             | 2.106.499,33                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.380.886,29      | 405.493,13                 |
| 2037          | 1.867                                                    | 19,6                                     | 438.691,80                                             | 2.158.123,16                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.432.510,12      | 366.313,76                 |
| 2038          | 1.912                                                    | 20,0                                     | 438.691,80                                             | 2.211.012,14                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.485.399,09      | 330.968,43                 |
| 2039          | 1.959                                                    | 20,5                                     | 438.691,80                                             | 2.265.197,26                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.539.584,21      | 299.077,36                 |
| 2040          | 2.007                                                    | 21,0                                     | 438.691,80                                             | 2.320.710,29                                        | 196.124,02                                     | 1.639.571,14                    | 4.595.097,25      | 270.298,81                 |
| <b>TOTAIS</b> |                                                          |                                          |                                                        |                                                     |                                                |                                 |                   | <b>17.926.820,92</b>       |

**Notas:**

- Vazão média = 2.007 L/s

- Vazão nominal = vazão de bombeamento fora de ponta (21 horas) = 2.290 L/s

- Custo de pessoal de operação da elevatória conforme **Apêndice 3, item 2.2**- Custo de manutenção: conforme **Apêndice 3, item 2.2** (percentuais sobre investimento: 5% para elevatórias, 1% para adutoras e 1% para barragens)

**c) Custos de recuperação das bombas EBARA e de pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo**

Considerando que o sistema adutor de Pedra do Cavalo não será objeto de intervenção nesta alternativa, os custos de recuperação das bombas EBARA e do pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo, necessários para a comparação das alternativas, serão calculados isoladamente.

O investimento na recuperação das quatro bombas EBARA existentes é avaliado em R\$ 1.200.000,00. Admitindo-se sua concretização em 2020, o custo em valor presente (ano 2015) é de R\$ 680.912,23.

O custo do pessoal de operação é calculado no **Quadro 1.96** a seguir.

**Quadro 1.96 - Custo de pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo**

| ANO   | CUSTO ANUAL DE PESSOAL DE OPERAÇÃO<br>DA ELEVATÓRIA DE CAPTAÇÃO DE PEDRA<br>DO CAVALO | VALOR PRESENTE (R\$) |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 2015  | 493.376,93                                                                            | 493.376,93           |
| 2016  | 493.376,93                                                                            | 440.515,12           |
| 2017  | 493.376,93                                                                            | 393.317,07           |
| 2018  | 493.376,93                                                                            | 351.175,95           |
| 2019  | 493.376,93                                                                            | 313.549,96           |
| 2020  | 493.376,93                                                                            | 279.955,32           |
| 2021  | 493.376,93                                                                            | 249.960,11           |
| 2022  | 493.376,93                                                                            | 223.178,67           |
| 2023  | 493.376,93                                                                            | 199.266,67           |
| 2024  | 493.376,93                                                                            | 177.916,67           |
| 2025  | 493.376,93                                                                            | 158.854,17           |
| 2026  | 493.376,93                                                                            | 141.834,08           |
| 2027  | 493.376,93                                                                            | 126.637,57           |
| 2028  | 493.376,93                                                                            | 113.069,26           |
| 2029  | 493.376,93                                                                            | 100.954,69           |
| 2030  | 493.376,93                                                                            | 90.138,12            |
| 2031  | 493.376,93                                                                            | 80.480,46            |
| 2032  | 493.376,93                                                                            | 71.857,56            |
| 2033  | 493.376,93                                                                            | 64.158,53            |
| 2034  | 493.376,93                                                                            | 57.284,41            |
| 2035  | 493.376,93                                                                            | 51.146,79            |
| 2036  | 493.376,93                                                                            | 45.666,78            |
| 2037  | 493.376,93                                                                            | 40.773,91            |
| 2038  | 493.376,93                                                                            | 36.405,28            |
| 2039  | 493.376,93                                                                            | 32.504,71            |
| 2040  | 493.376,93                                                                            | 29.022,06            |
| TOTAL |                                                                                       | 4.363.000,83         |

**d) Ampliação da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**e) Ampliação da elevatória de água tratada da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**f) Resumo dos custos da alternativa F**

O **Quadro 1.97**, a seguir sintetiza os custos da alternativa F, incluindo investimentos e os custos operacionais eleitos para fins de comparação das alternativas.

**Quadro 1.97 - Resumo dos Custos da Alternativa F**

| INTERVEN-<br>ÇÃO | DESCRIÇÃO                                                        | CUSTO EM VALOR PRESENTE (R\$) |                       |                       |
|------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                  |                                                                  | Investimentos                 | Operacionais          | Total                 |
| 1                | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                       | 216.791.698,61                | 377.490.659,57        | 594.282.358,18        |
| 2                | Barragem de acumulação no rio Pojuca (2.007 L/s)                 | 67.578.900,81                 | 17.926.820,92         | 85.505.721,73         |
| 3                | Recuperação das bombas EBARA da captação em Pedra do Cavalo      | 680.912,23                    |                       | 680.912,23            |
| 4                | Pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo |                               | 4.363.000,83          | 4.363.000,83          |
| 5                | Ampliação da ETA Principal                                       | 104.654.568,30                |                       | 104.654.568,30        |
| 6                | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal         | 20.494.136,00                 |                       | 20.494.136,00         |
| <b>TOTAL</b>     |                                                                  | <b>410.200.215,94</b>         | <b>399.780.481,32</b> | <b>809.980.697,26</b> |

**Nota:** mês de referência da estimativa de custo – Julho 2014

### 1.1.3.7 Alternativa G

A **Alternativa G** consiste de dois aproveitamentos para compensar o déficit de disponibilidade hídrica, estimado em 4,56 m³/s para fim de plano. Estas intervenções, em ordem cronológica de implantação, são as seguintes:

- a) Implantação imediata de nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, para incrementar a oferta existente em 2,55 m³/s, a partir de 2018;
- b) Duplicação parcial da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo, com 20,4 km de tubulação DN 2000 em paralelo à linha existente, adicionando uma vazão de 2,01 m³/s no sistema adutor, a partir de 2020.

Nesta alternativa prevê-se que o déficit de disponibilidade remanescente após implantação da intervenção imediata para aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m, de 2,01 m³/s ( $4,56 - 2,55 = 2,01$ ), seria coberto por meio da duplicação parcial da adutora de Pedra do Cavalo, com o comprimento de tubo necessário para se obter a vazão desejada.

A intervenção “a” seria idêntica à correspondente da **Alternativa A** e **Alternativa B**. A Intervenção “b” assemelha-se à correspondente da **Alternativa B** e **Alternativa D**, diferenciando-se destas no comprimento da duplicação da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo e, conseqüentemente, no porte da vazão prevista nessa adutora (9.007 L/s na **Alternativa G** e 8.500 L/s nas **Alternativas B e D**).

O balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e das estações de tratamento nesta alternativa é apresentado no **Quadro 1.98**. A **Figura 1.40** mostra o esquema geral da alternativa, com a previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040.

#### CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS NA ALTERNATIVA G

##### **a) Aproveitamento do volume disponível na represa de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m**

Esta intervenção é idêntica à correspondente da **Alternativa A** e **Alternativa B**, já descritas, com mesmas dimensões e custos.

##### **b) Duplicação parcial da adutora de gravidade de Pedra do Cavalo para adicionar a vazão de 2,01 m³/s**

A seguir apresenta-se o cálculo do comprimento do trecho a ser duplicado da adutora de gravidade de Pedra do Cavalo, para se obter o acréscimo de 2,01 m³/s.

- Vazão ampliada média = 2,007 m³/s
- Vazão ampliada da Adutora =  $7,00 + 2,007 = 9,007$  m³/s
- Diâmetro do 1º. Trecho (não duplicado) = 2 m
- Diâmetro do 2º. Trecho (duplicado) =  $2 \times 2$  m
- Extensão do trecho duplicado = L
- Extensão do trecho não duplicado =  $41.350 - L$
- Velocidade da água no 1º. Trecho = 2,87 m/s
- Velocidade da água no 2º. Trecho = 1,43 m/s
- Coeficiente de perda de carga no 1º. Trecho = 0,0113
- Coeficiente de perda de carga no 2º. Trecho = 0,0125



**Quadro 1.98 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa G**

| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s |                                                      |                                          |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      | RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS Q <sub>100%</sub> |                                |                       |                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Demandas a serem atendidas pela ETA Bolandeira   | Mananciais                                           |                                          |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Ipitanga I + Ipitanga II                             |                                          |                                  |                                                          | Joanes I + Joanes II                               |                                            |                                                |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Q <sub>reg.100%</sub> Ipit.I + Ipit.II               | Retiradas                                |                                  | Saldo (vazões médias na adutora Ipitanga I - Bolandeira) | Q <sub>reg.100%</sub> em Joanes I                  | Vazão de restituição em Joanes I           | Vazões Médias na Adutora Joanes I - Bolandeira |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                             |
| Vazões industriais (Gerdau e Norsa)                                                                                                                                                                                                                      | Vazão de restituição em Ipitanga I               |                                                      | Disponível em Joanes I                   | Importada de Joanes II           |                                                          |                                                    |                                            | Total                                          |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | (1)                                              | (2)                                                  | (3)                                      | (4)                              | (5)=(2)-(3)-(4)                                          | (6)                                                | (7)                                        | (8)=(6)-(7)                                    | (9)=(1)-(5)-(8)                                   | (10)=(8)+(9)                         | Reservatório                                          | NA <sub>min.</sub> Operacional | Q <sub>reg.100%</sub> | Vazão de Restituição em Regime Normal       |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                  | 80                                       | 40                               | 280                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.867                                             | 3.257                                | Santa Helena                                          | 17,00                          | 4,05                  | 1,99                                        |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                  | 150                                      | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                |                                                       | 10,00                          | 6,60                  |                                             |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                  | 150                                      | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                | Joanes I                                              | 14,50                          | 0,60                  | 0,21                                        |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                  | 150                                      | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                | Joanes II                                             | 24,90                          | 1,82                  | 0,63                                        |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                  | 150                                      | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                | Ipitanga I                                            | 23,00                          | 0,13                  | 0,04                                        |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                            | 400                                                  | 150                                      | 40                               | 210                                                      | 600                                                | 210                                        | 390                                            | 2.937                                             | 3.327                                | Ipitanga II                                           | 48,43                          | 0,27                  | 0,09                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                      |                                          |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                             |
| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s  |                                                      |                                          |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Demandas a serem atendidas pela ETA Principal    | Mananciais                                           |                                          |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Pedra do Cavalo                                      |                                          |                                  |                                                          | Represa Joanes II                                  |                                            |                                                |                                                   | Represa Santa Helena                 |                                                       |                                |                       |                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Vazão da adutora existente com duplicação de 20,4 Km | Vazões derivadas da adutora (ver Nota 1) | Vazões afluentes a ETA Principal | Q <sub>reg.100%</sub>                                    | Retiradas                                          |                                            |                                                | Retiradas                                         |                                      |                                                       |                                | Cota 10,0 m           |                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                      |                                          |                                  |                                                          | Vazões Médias na adutora Joanes II - ETA Principal | Restituição para Joanes I (ETA Bolandeira) | Total                                          | Vazões Médias na adutora Santa Helena - Joanes II | Vazões para Braskem / Polo Logístico | Vazão de restituição                                  | Total                          | Q <sub>reg.100%</sub> | Disponibilidade em Santa Helena na cota 10  |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | (11)                                             | (12)                                                 | (13)                                     | (14)=(11)-(16) a partir de 2020  | (15)                                                     | (16)=(19)+(15)-(17) a partir de 2020               | (17)=(9)                                   | (18)=(16)+(17)                                 | (19)=(18)-(15)                                    | (20)                                 | (21)                                                  | (22)=(19)+(20)+(21)            | (23)                  | SE(23)>(22)<br>V:(24)=(23)-(22)<br>F:(24)=0 |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 7.708                                            | 7.000                                                | 1.250                                    | 5.750                            | 1.820                                                    | 1.957                                              | 2.867                                      | 4.824                                          | 3.004                                             | 770                                  | 1.990                                                 | 5.764                          | 6.600                 | 836                                         |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.153                                            | 7.852                                                | 1.792                                    | 6.060                            | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                             | 1.400                                | 1.990                                                 | 6.600                          | 6.600                 | 0                                           |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.517                                            | 8.228                                                | 1.804                                    | 6.424                            | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                             | 1.400                                | 1.990                                                 | 6.600                          | 6.600                 | 0                                           |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.799                                            | 8.531                                                | 1.825                                    | 6.706                            | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                             | 1.400                                | 1.990                                                 | 6.600                          | 6.600                 | 0                                           |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 9.029                                            | 8.778                                                | 1.843                                    | 6.936                            | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                             | 1.400                                | 1.990                                                 | 6.600                          | 6.600                 | 0                                           |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 9.239                                            | 9.007                                                | 1.861                                    | 7.146                            | 1.820                                                    | 2.093                                              | 2.937                                      | 5.030                                          | 3.210                                             | 1.400                                | 1.990                                                 | 6.600                          | 6.600                 | 0                                           |
| Notas: (1) Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech, Outras); RLAM. |                                                  |                                                      |                                          |                                  |                                                          |                                                    |                                            |                                                |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                             |

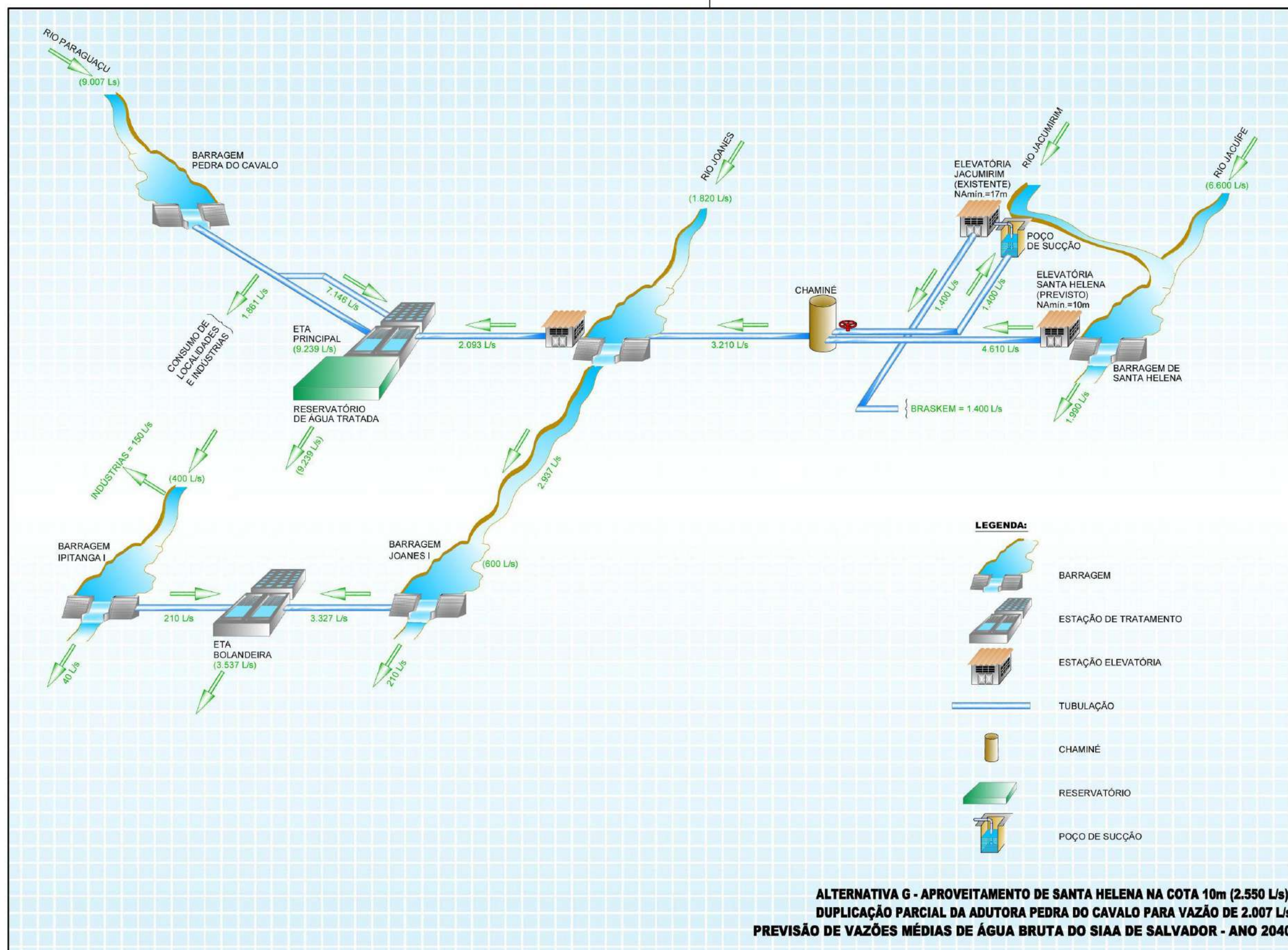


Figura 1.40 - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa G



A soma das perdas de carga nos 1º. e 2º. trechos deve igualar a carga total disponível de 63,1 m.

$$0,0113 \times (41.350 - L) / 2 \times 2,87^2 / 19,6 + 0,0125 \times L / 2 \times 1,43^2 / 19,6 = 63,1$$

Extensão encontrada para o trecho duplicado =  $L = 20.370$  m

A vazão na elevatória da captação passaria a ser de  $9,007 \times 24 / 21 = 10,29$  m³/s, para compensar as três horas diárias de interrupção do bombeamento no período de ponta.

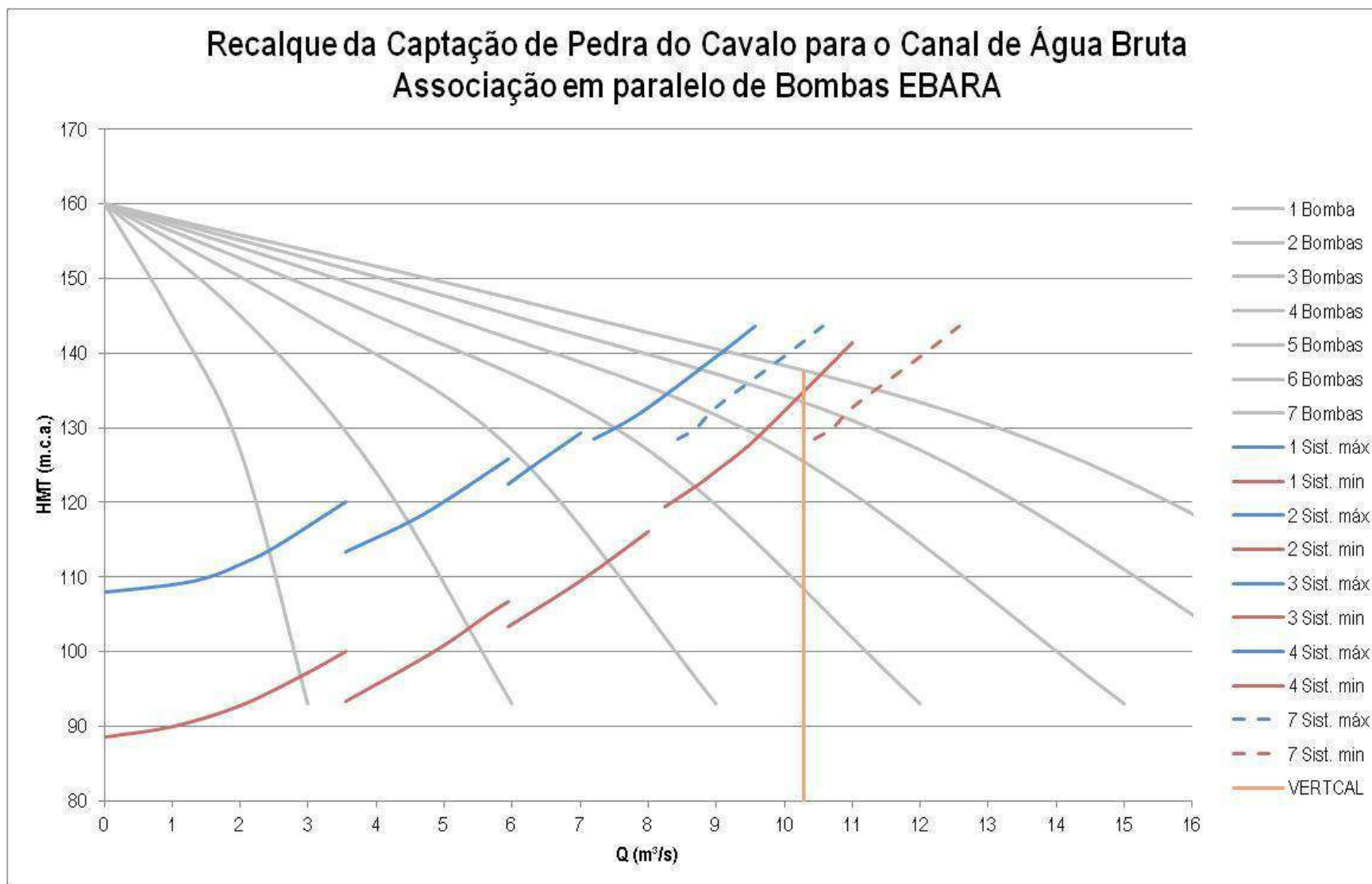
Para atender essa vazão ampliada será necessária a aquisição de três bombas EBARA mantendo as duas bombas FLOWSERVE (16 LN 35) existentes. O recalque funcionaria com sete bombas EBARA associadas em paralelo. As duas bombas FLOWSERVE ficariam como reserva de cada bomba EBARA. A **Figura 1.41** mostra a curva de desempenho com sete bombas EBARA funcionando em paralelo e a **Figura 1.42** mostra o funcionamento alternativo com seis bombas EBARA associadas a três bombas FLOWSERVE. A potência útil do recalque será de  $7 \times 5.000 = 35.000$  cv e a potência total será de  $7 \times 5.000 + 2 \times 2.100 = 39.200$  cv.

Na situação atual a vazão recalçada é de  $7 \times 24 / 21 = 8$  m³/s, correspondente ao funcionamento de 4 bombas EBARA, com 2 bombas FLOWSERVE de reserva. A potência útil será de  $4 \times 5.000 = 20.000$  cv e a potência total será de  $4 \times 5.000 + 2 \times 2.100 = 24.200$  cv. A potência adicional a ser acrescentada no recalque será de  $39.200 - 24.200 = 15.000$  cv.

Cálculo do tempo de funcionamento do bombeamento no horário de ponta:

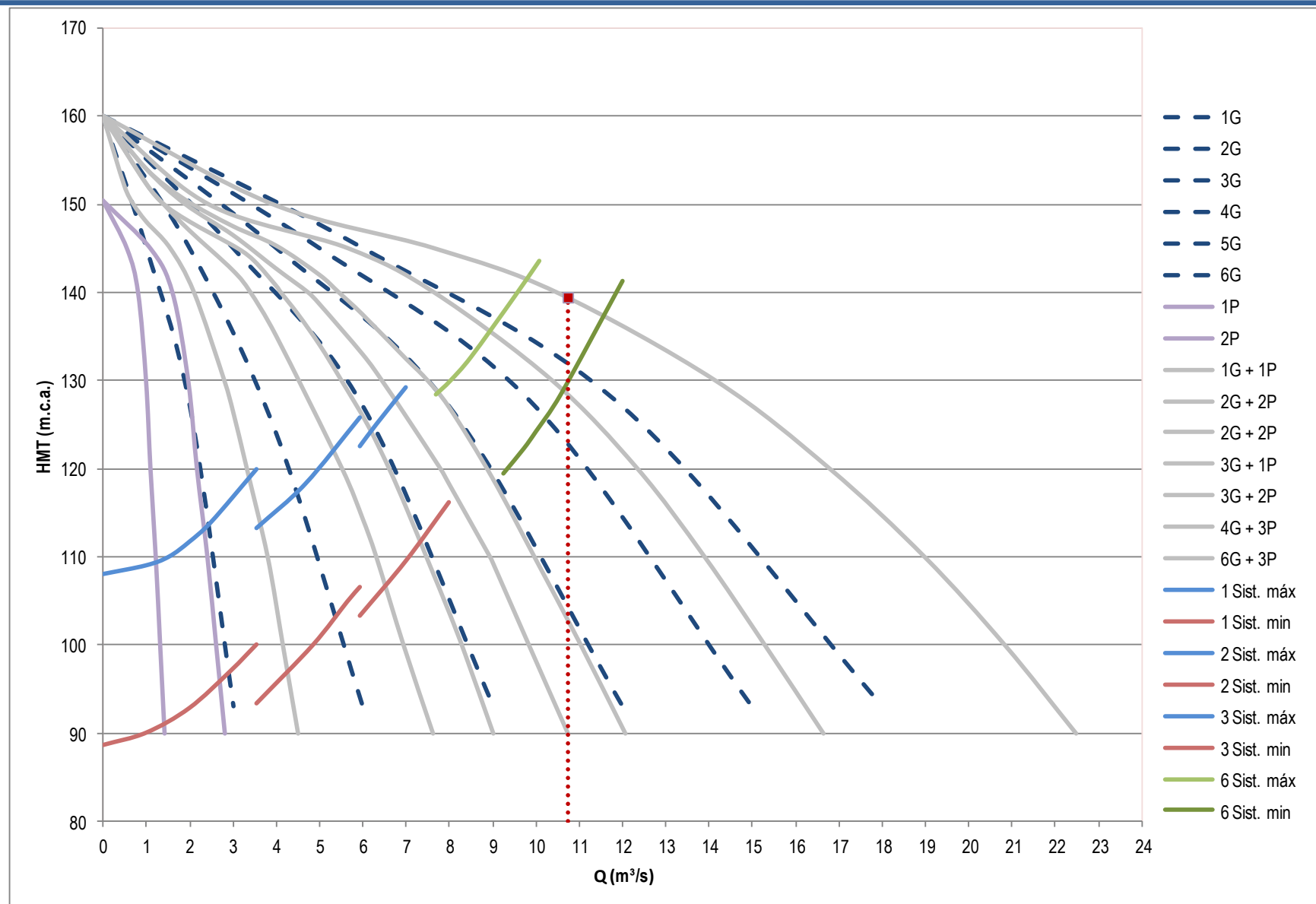
- Vazão de bombeamento 10,29 m³/s
- Volume armazenado no canal 97.000 m³
- Vazão na adutora por gravidade 9,007 m³/s
- Tempo de esvaziamento do canal =  $97.000 / (9,007 \times 3600) =$  2,99 h
- Tempo de enchimento do canal =  $97.000 / (10,29 - 9,007) / 3600 =$  21,00 h
- Horário fora de ponta = 21 h / dia
- Tempo de funcionamento das bombas no horário de ponta =  $21,00 - 21 = 0$  h

Conclusão: as bombas funcionarão apenas no horário fora de ponta.



**Figura 1.41 - Recalque da Captação de Pedra do Cavalo para o Canal de Água Bruta (associação em paralelo de 7 Bombas EBARA)**





**Figura 1.42 - Recalque da Captação de Pedra do Cavalo para o Canal de Água Bruta (associação em paralelo de 6 Bombas EBARA com 3 Bombas Flowserve)**

- Custos da Duplicação Parcial da Adutora por Gravidade**

O custo da duplicação parcial (20.370 m) da adutora por gravidade, cuja implantação da obra é prevista para o ano 2020, compõe-se das parcelas indicadas no **Quadro 1.99** apresentado a seguir.

**Quadro 1.99** - Estimativa de custo da duplicação parcial (20.370 m) da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo

| ITEM                                   | DESCRIÇÃO                                                                                                                                           | UNID. | QUANT. | PREÇO UNITÁRIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|----------------------|-------------------|
| 1                                      | Fornecimento e assentamento de tubulação de aço DN 2.000                                                                                            | m     | 20.370 | 12.187,19            | 248.253.060,30    |
| 2                                      | Recuperação das bombas EBARA existentes                                                                                                             | un.   | 4      | 300.000,00           | 1.200.000,00      |
| 3                                      | Conjunto motobomba EBARA, motor 5000 cv                                                                                                             | un.   | 3      | 4.467.000,00         | 13.401.000,00     |
| 4                                      | Sistema Elétrico da ampliação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo (subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b> | Verba |        |                      | 9.600.000,00      |
| 5                                      | Total dos investimentos em 2020                                                                                                                     |       |        |                      | 272.454.060,30    |
| 6                                      | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                                              |       |        |                      | 154.597.750,76    |
| Custos de Operação, em valor presente: |                                                                                                                                                     |       |        |                      |                   |
| 7                                      | Custo incremental de energia e manutenção na elevatória da captação de Pedra do Cavalo ( <b>Quadro 1.100</b> )                                      |       |        |                      | 95.865.149,84     |
| 8                                      | Custo de produtos químicos usados no tratamento da água ( <b>Quadro 1.101</b> )                                                                     |       |        |                      | 122.172.623,71    |
| 9                                      | Total dos custos de operação                                                                                                                        |       |        |                      | 218.037.773,55    |
| TOTAL EM VALOR PRESENTE (6 + 9)        |                                                                                                                                                     |       |        |                      | 372.635.524,31    |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)

O custo do fornecimento e assentamento da tubulação foi estimado conforme apresentado a seguir, a partir do critério de custo para tubulações de aço constante do **Apêndice 3**.

- Extensão encontrada para o trecho a ser duplicado:  $L = 20.370 \text{ m}$
- Custo de fornecimento e assentamento de tubo de aço DN 2000 (**Apêndice 3, Quadro 4**) = R\$ 12.187,19 / m
- Custo da duplicação parcial (20.370 m) =  $20.370 \text{ m} \times 12.187,19 \text{ R\$ / m} = \text{R\$ } 248.253.060,30$

O custo incremental de energia na elevatória de captação do sistema adutor Pedra do Cavalo corresponde ao aumento da vazão na elevatória, de 8,0 m³/s para 10,29 m³/s, requerendo o seu funcionamento conforme mostrado no **Quadro 1.100**.

O **Quadro 1.101** mostra o custo de produtos químicos consumidos pelo tratamento na ETA Principal para a vazão de água bruta proveniente de Pedra do Cavalo.

**Quadro 1.100 - Custo do acréscimo de energia e manutenção da elevatória de captação em Pedra do Cavalo**

Vazão nominal = 10.290 L/s

Taxa anual de Juros = 12%

Acréscimo de potência útil (fora de ponta) = 15.000 cv

Acréscimo de potência total (fora de ponta) = 15.000 cv

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

Custo de investimento na adutora por gravidade = R\$ 248.253.060,30

Custo de investimento na elevatória de captação = R\$ 13.401.000,00

| ANO          | VAZÕES NA<br>ADUTORA<br>POR<br>GRAVIDADE<br>(L/s) | CUSTO DE ENERGIA                             |                              |                              | CUSTO DE<br>MANUTEN-<br>ÇÃO (R\$) | CUSTO DE<br>PESSOAL<br>DE<br>OPERAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
|              |                                                   | FUNC.<br>FORA<br>PONTA<br>(HORAS<br>POR DIA) | CUSTO DA<br>DEMANDA<br>(R\$) | CUSTO DO<br>CONSUMO<br>(R\$) |                                   |                                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE    |
| 2015         | 0                                                 | 0,0                                          | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                              | 493.376,93                                     | 493.376,93        | 493.376,93           |
| 2016         | 0                                                 | 0,0                                          | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                              | 493.376,93                                     | 493.376,93        | 440.515,12           |
| 2017         | 0                                                 | 0,0                                          | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                              | 493.376,93                                     | 493.376,93        | 393.317,07           |
| 2018         | 0                                                 | 0,0                                          | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                              | 493.376,93                                     | 493.376,93        | 351.175,95           |
| 2019         | 0                                                 | 0,0                                          | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                              | 493.376,93                                     | 493.376,93        | 313.549,96           |
| 2020         | 7.852                                             | 18,3                                         | 2.056.367,81                 | 12.626.397,87                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 18.868.723,21     | 10.706.620,28        |
| 2021         | 7.926                                             | 18,5                                         | 2.056.367,81                 | 12.745.225,23                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 18.987.550,57     | 9.619.684,04         |
| 2022         | 8.000                                             | 18,7                                         | 2.056.367,81                 | 12.865.170,88                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 19.107.496,22     | 8.643.260,92         |
| 2023         | 8.076                                             | 18,8                                         | 2.056.367,81                 | 12.986.245,34                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 19.228.570,68     | 7.766.097,20         |
| 2024         | 8.152                                             | 19,0                                         | 2.056.367,81                 | 13.108.459,24                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 19.350.784,58     | 6.978.086,91         |
| 2025         | 8.228                                             | 19,2                                         | 2.056.367,81                 | 13.231.823,29                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 19.474.148,63     | 6.270.154,67         |
| 2026         | 8.288                                             | 19,3                                         | 2.056.367,81                 | 13.327.859,89                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 19.570.185,23     | 5.625.960,61         |
| 2027         | 8.348                                             | 19,5                                         | 2.056.367,81                 | 13.424.593,52                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 19.666.918,86     | 5.048.008,23         |
| 2028         | 8.409                                             | 19,6                                         | 2.056.367,81                 | 13.522.029,24                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 19.764.354,58     | 4.529.479,96         |
| 2029         | 8.470                                             | 19,8                                         | 2.056.367,81                 | 13.620.172,15                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 19.862.497,50     | 4.064.260,52         |
| 2030         | 8.531                                             | 19,9                                         | 2.056.367,81                 | 13.719.027,39                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 19.961.352,73     | 3.646.864,51         |
| 2031         | 8.580                                             | 20,0                                         | 2.056.367,81                 | 13.797.603,83                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.039.929,17     | 3.268.946,55         |
| 2032         | 8.629                                             | 20,1                                         | 2.056.367,81                 | 13.876.630,32                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.118.955,66     | 2.930.212,04         |
| 2033         | 8.679                                             | 20,2                                         | 2.056.367,81                 | 13.956.109,44                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.198.434,78     | 2.626.596,18         |
| 2034         | 8.728                                             | 20,4                                         | 2.056.367,81                 | 14.036.043,78                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.278.369,12     | 2.354.456,08         |
| 2035         | 8.778                                             | 20,5                                         | 2.056.367,81                 | 14.116.435,94                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.358.761,29     | 2.110.526,92         |
| 2036         | 8.824                                             | 20,6                                         | 2.056.367,81                 | 14.189.287,24                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.431.612,58     | 1.891.142,13         |
| 2037         | 8.869                                             | 20,7                                         | 2.056.367,81                 | 14.262.514,50                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.504.839,84     | 1.694.571,44         |
| 2038         | 8.915                                             | 20,8                                         | 2.056.367,81                 | 14.336.119,67                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.578.445,01     | 1.518.441,39         |
| 2039         | 8.961                                             | 20,9                                         | 2.056.367,81                 | 14.410.104,69                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.652.430,03     | 1.360.625,53         |
| 2040         | 9.007                                             | 21,0                                         | 2.056.367,81                 | 14.484.471,53                | 3.692.580,60                      | 493.376,93                                     | 20.726.796,88     | 1.219.218,73         |
| <b>TOTAL</b> |                                                   |                                              |                              |                              |                                   |                                                |                   | <b>95.865.149,84</b> |

**Notas:**

- Incremento da potência da elevatória de captação a partir de 2020
- Vazão na adutora por gravidade de Pedra do Cavalo em fim de plano = 9.007 L/s
- Vazão nominal = vazão de bombeamento para o canal = 10.290 L/s (para funcionamento fora de ponta)
- Custo de pessoal de operação da elevatória foi desconsiderado por não ser necessário acréscimo de pessoal na equipe atual
- Custo de manutenção: 5% do custo de investimento (3 conjuntos motobombas EBARA), conforme **Apêndice 3, Item 2.2.**

Quadro 1.101 - Custo de Produtos Químicos Usados no Tratamento da Água na ETA Principal

| ANO   | ETA PRINCIPAL                                   |                                                            | CUSTO DE PRODUTOS QUIMICOS (R\$) |                |
|-------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
|       | VAZÃO FORNECIDA<br>POR PEDRA DO<br>CAVALO (L/s) | TRATAMENTO<br>COMPLETO - CUSTO POR<br>m <sup>3</sup> (R\$) | TOTAL                            | VALOR PRESENTE |
| 2015  | 5.750                                           | 0,0708647                                                  | 12.850.210,98                    | 12.850.210,98  |
| 2016  | 5.811                                           | 0,0708647                                                  | 12.985.656,71                    | 11.594.336,34  |
| 2017  | 5.872                                           | 0,0708647                                                  | 13.122.530,08                    | 10.461.200,64  |
| 2018  | 5.934                                           | 0,0708647                                                  | 13.260.846,15                    | 9.438.808,36   |
| 2019  | 5.996                                           | 0,0708647                                                  | 13.400.620,11                    | 8.516.336,34   |
| 2020  | 6.060                                           | 0,0708647                                                  | 13.541.867,35                    | 7.684.019,21   |
| 2021  | 6.131                                           | 0,0708647                                                  | 13.701.097,20                    | 6.941.402,23   |
| 2022  | 6.203                                           | 0,0708647                                                  | 13.862.199,33                    | 6.270.554,99   |
| 2023  | 6.276                                           | 0,0708647                                                  | 14.025.195,75                    | 5.664.541,33   |
| 2024  | 6.350                                           | 0,0708647                                                  | 14.190.108,74                    | 5.117.095,47   |
| 2025  | 6.424                                           | 0,0708647                                                  | 14.356.960,83                    | 4.622.557,15   |
| 2026  | 6.480                                           | 0,0708647                                                  | 14.480.724,91                    | 4.162.862,38   |
| 2027  | 6.536                                           | 0,0708647                                                  | 14.605.555,91                    | 3.748.882,42   |
| 2028  | 6.592                                           | 0,0708647                                                  | 14.731.463,00                    | 3.376.071,10   |
| 2029  | 6.649                                           | 0,0708647                                                  | 14.858.455,48                    | 3.040.334,38   |
| 2030  | 6.706                                           | 0,0708647                                                  | 14.986.542,70                    | 2.737.985,32   |
| 2031  | 6.751                                           | 0,0708647                                                  | 15.087.747,72                    | 2.461.138,48   |
| 2032  | 6.797                                           | 0,0708647                                                  | 15.189.636,19                    | 2.212.284,55   |
| 2033  | 6.843                                           | 0,0708647                                                  | 15.292.212,72                    | 1.988.593,07   |
| 2034  | 6.889                                           | 0,0708647                                                  | 15.395.481,95                    | 1.787.519,79   |
| 2035  | 6.936                                           | 0,0708647                                                  | 15.499.448,57                    | 1.606.777,69   |
| 2036  | 6.977                                           | 0,0708647                                                  | 15.592.342,67                    | 1.443.221,18   |
| 2037  | 7.019                                           | 0,0708647                                                  | 15.685.793,51                    | 1.296.313,35   |
| 2038  | 7.061                                           | 0,0708647                                                  | 15.779.804,44                    | 1.164.359,51   |
| 2039  | 7.103                                           | 0,0708647                                                  | 15.874.378,82                    | 1.045.837,47   |
| 2040  | 7.146                                           | 0,0708647                                                  | 15.969.520,01                    | 939.379,97     |
| TOTAL |                                                 |                                                            |                                  | 122.172.623,71 |

**Nota:** A composição do custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água tratada na ETA Principal está apresentada no Apêndice 3, Item 2.2.



**c) Ampliação da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**d) Ampliação da elevatória de água tratada da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**e) Resumo dos custos da alternativa G**

O **Quadro 1.102** a seguir sintetiza os custos da alternativa G, incluindo investimentos e os custos operacionais eleitos para fins de comparação das alternativas.

**Quadro 1.102 - Resumo dos Custos da Alternativa G**

| INTERVEN-<br>ÇÃO | DESCRIÇÃO                                                        | CUSTO EM VALOR PRESENTE (R\$) |                |                |
|------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
|                  |                                                                  | Investimentos                 | Operacionais   | Total          |
| 1                | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                       | 121.384.523,86                | 195.589.907,55 | 316.974.431,41 |
| 2                | Duplicação de 20.370 m da Adutora de Pedra do Cavalo (2.007 L/s) | 154.597.750,76                | 218.037.773,55 | 372.635.524,31 |
| 3                | Ampliação da ETA Principal                                       | 104.654.568,30                |                | 104.654.568,30 |
| 4                | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal         | 20.494.136,00                 |                | 20.494.136,00  |
| TOTAL            |                                                                  | 401.130.978,92                | 413.627.681,10 | 814.758.660,02 |

**Nota:** mês de referência da estimativa de custo – Julho 2014

### 1.1.3.8 Alternativa H

A **Alternativa H** consiste de dois aproveitamentos para compensar o déficit de disponibilidade hídrica, estimado em 4,56 m³/s para fim de plano. Estas intervenções, em ordem cronológica de implantação, são as seguintes:

- a) Implantação imediata de nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, para incrementar a oferta existente em 2,55 m³/s, a partir de 2018;
- b) Exploração de poços no aquífero São Sebastião, para ofertar até 2,01 m³/s, a partir de 2020.

Nesta alternativa prevê-se que o déficit de disponibilidade remanescente após implantação da intervenção imediata para aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m, de 2,01 m³/s ( $4,56 - 2,55 = 2,01$ ), seria coberto por meio da exploração de poços no aquífero São Sebastião. As águas subterrâneas seriam bombeadas diretamente para o reservatório de água tratada da ETA Principal, sendo beneficiadas somente com as etapas de desinfecção e fluoreação.

A intervenção “a” seria idêntica à correspondente da **Alternativa A**, **Alternativa B** e **Alternativa G**. A Intervenção “b” assemelha-se à correspondente da **Alternativa E**, diferenciando-se desta no porte da vazão a ser extraída do aquífero São Sebastião, que poderia atingir até 2,01 m³/s contra 1,50 m³/s na **Alternativa E**.

O balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e das estações de tratamento nesta alternativa é apresentado no **Quadro 1.103**. A **Figura 1.43** mostra o esquema geral da alternativa, com a previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040.

#### CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS NA ALTERNATIVA H

##### **a) Aproveitamento do volume disponível na represa de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m**

Esta intervenção é idêntica às correspondentes da **Alternativa A**, **Alternativa B** e **Alternativa G**, já descritas, com mesmas dimensões e custos.

##### **b) Exploração de poços no aquífero São Sebastião para adicionar a vazão de 2,01 m³/s**

Esta intervenção é prevista a partir de 2020, quando o acréscimo de oferta proporcionado pela intervenção de aproveitamento do volume de Santa Helena entre as cotas 10,00 e 20,00 m (2,55 m³/s) não seria suficiente para atender as demandas com 100% de garantia. Haveria nesse momento um déficit de disponibilidade dos mananciais de 2,01 m³/s em relação à demanda de fim de plano, que seria coberto por um sistema de captação de águas subterrâneas no aquífero São Sebastião.

##### • **Pré-dimensionamento das Bombas dos Poços**

- Vazão média dos poços = 2.007 L/s [vem do **Quadro 1.103**, coluna (25), ano 2040]
- Vazão dos poços no período fora de ponta =  $2.007 \times 24 / 21 = 2.290$  L/s
- Distância média entre dois poços vizinhos = 800 m

Os poços serão implantados em duas áreas distintas, conforme ilustrado na **Figura 1.44**, cabendo a cada uma a metade da vazão e da quantidade de poços (**Figura 1.45**).

- Número Total de Poços = 40
- Número de Poços em Cada Área = 20
- Vazão máxima diária de Cada Poço =  $2.290 / 40 \times 1,2 = 68,70$  L/s
- Maior Percurso: P1 - P2 – P3 – P4 – P10 – P17 - E.E.

**Quadro 1.103 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa H**

| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s                                                                                        |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                                             |                                                   |                                                |                                                                             |              |                       | RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS Q <sub>100%</sub> |             |                                                     |                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Demandas a serem atendidas pela ETA Bolandeira                                                                                          | Mananciais                             |                                        |                                  |                                                          |                                                                             |                                                   |                                                |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         | Ipitanga I + Ipitanga II               |                                        |                                  |                                                          | Joanes I + Joanes II                                                        |                                                   |                                                |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         | Q <sub>reg.100%</sub> Ipit.I + Ipit.II | Retiradas                              |                                  | Saldo (vazões médias na adutora Ipitanga I - Bolandeira) | Q <sub>reg.100%</sub> em Joanes I                                           | Vazão de restituição em Joanes I                  | Vazões Médias na Adutora Joanes I - Bolandeira |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| Vazões industriais (Gerdau e Norsa)                                                                                                                                                                                                                      | Vazão de restituição em Ipitanga I                                                                                                      |                                        | Disponível em Joanes I                 | Importada de Joanes II           |                                                          |                                                                             |                                                   | Total                                          |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | (1)                                                                                                                                     | (2)                                    | (3)                                    | (4)                              | (5)=(2)-(3)-(4)                                          | (6)                                                                         | (7)                                               | (8)=(6)-(7)                                    | (9)=(1)-(5)-(8)                                                             | (10)=(8)+(9) |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                                                                                                   | 400                                    | 80                                     | 40                               | 280                                                      | 600                                                                         | 210                                               | 390                                            | 2.867                                                                       | 3.257        |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                                                                                                   | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                                         | 210                                               | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327        |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                                                                                                   | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                                         | 210                                               | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327        |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                                                                                                   | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                                         | 210                                               | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327        |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                                                                                                   | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                                         | 210                                               | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327        |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                                                                                                   | 400                                    | 150                                    | 40                               | 210                                                      | 600                                                                         | 210                                               | 390                                            | 2.937                                                                       | 3.327        |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                                             |                                                   |                                                |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s                                                                                         |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                                             |                                                   |                                                |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Soma das demandas previstas na ETA Principal (mananciais superficiais) e no reservatório de água tratada da ETA (aquífero S. Sebastião) | Mananciais                             |                                        |                                  |                                                          |                                                                             |                                                   |                                                |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         | Pedra do Cavalo                        |                                        |                                  | Represa Joanes II                                        |                                                                             |                                                   |                                                | Represa Santa Helena                                                        |              |                       |                                                       |             |                                                     | Aquífero São Sebastião (vazões encaminhadas ao reservatório de água tratada da ETA Principal a partir de 2020) |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         | Vazão Nominal da adutora existente     | Vazões derivadas da adutora (ver Nota) | Vazões afluentes a ETA Principal | Q <sub>reg.100%</sub>                                    | Retiradas                                                                   |                                                   |                                                | Retiradas                                                                   |              |                       |                                                       | Cota 10,0 m |                                                     |                                                                                                                |
| Vazões Médias na adutora Joanes II - ETA Principal                                                                                                                                                                                                       | Restituição para Joanes I (ETA Bolandeira)                                                                                              |                                        |                                        |                                  |                                                          | Total                                                                       | Vazões Médias na adutora Santa Helena - Joanes II | Vazões para Braskem / Polo Logístico           | Vazão de restituição                                                        | Total        | Q <sub>reg.100%</sub> | Disponibilidade em Santa Helena na cota 10            |             |                                                     |                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | (11)                                                                                                                                    | (12)                                   | (13)                                   | (14)=(12)-(13)                   | (15)                                                     | (16)<br>SE(11)-(14)<2093<br>V: (16)=(11)-(14)<br>F: (16)=2093<br>Ver Nota 2 | (17)=(9)                                          | (18)=(16)+(17)                                 | (19)<br>SE(18)-(15)<3210<br>V: (19)=(18)-(15)<br>F: (19)=3210<br>Ver Nota 3 | (20)         | (21)                  | (22)=(19)+(20)+ (21)                                  | (23)        | (24)<br>SE(23)>(22)<br>V:(24)=(23)-(22)<br>F:(24)=0 | (25)=(11)-(14)-(16)                                                                                            |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 7.708                                                                                                                                   | 7.000                                  | 1.250                                  | 5.750                            | 1.820                                                    | 1.957                                                                       | 2.867                                             | 4.824                                          | 3.004                                                                       | 770          | 1.990                 | 5.764                                                 | 6.600       | 836                                                 | 0                                                                                                              |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.153                                                                                                                                   | 7.000                                  | 1.792                                  | 5.208                            | 1.820                                                    | 2.093                                                                       | 2.937                                             | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400        | 1.990                 | 6.600                                                 | 6.600       | 0                                                   | 852                                                                                                            |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.517                                                                                                                                   | 7.000                                  | 1.804                                  | 5.196                            | 1.820                                                    | 2.093                                                                       | 2.937                                             | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400        | 1.990                 | 6.600                                                 | 6.600       | 0                                                   | 1.228                                                                                                          |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.799                                                                                                                                   | 7.000                                  | 1.825                                  | 5.175                            | 1.820                                                    | 2.093                                                                       | 2.937                                             | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400        | 1.990                 | 6.600                                                 | 6.600       | 0                                                   | 1.531                                                                                                          |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 9.029                                                                                                                                   | 7.000                                  | 1.843                                  | 5.157                            | 1.820                                                    | 2.093                                                                       | 2.937                                             | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400        | 1.990                 | 6.600                                                 | 6.600       | 0                                                   | 1.779                                                                                                          |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 9.239                                                                                                                                   | 7.000                                  | 1.861                                  | 5.139                            | 1.820                                                    | 2.093                                                                       | 2.937                                             | 5.030                                          | 3.210                                                                       | 1.400        | 1.990                 | 6.600                                                 | 6.600       | 0                                                   | 2.007                                                                                                          |
| Notas: (1) Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech, Outras); RLAM. |                                                                                                                                         |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                                             |                                                   |                                                |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| (2) Fórmula válida até atingir a vazão limite de 2.093 L/s, correspondente à vazão máxima que pode ser retirada para a ETA Principal, em conformidade com demais usos e disponibilidades das represas Joanes I e Santa Helena. (3.210+1.820-2.937=2.093) |                                                                                                                                         |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                                             |                                                   |                                                |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |
| (3) Fórmula válida até atingir a vazão limite de 3.210 L/s, correspondente à vazão máxima que pode ser retirada para Joanes II, em conformidade com demais usos e disponibilidade da represa de Santa Helena. (6.600-1.990-1.400=3.210)                  |                                                                                                                                         |                                        |                                        |                                  |                                                          |                                                                             |                                                   |                                                |                                                                             |              |                       |                                                       |             |                                                     |                                                                                                                |



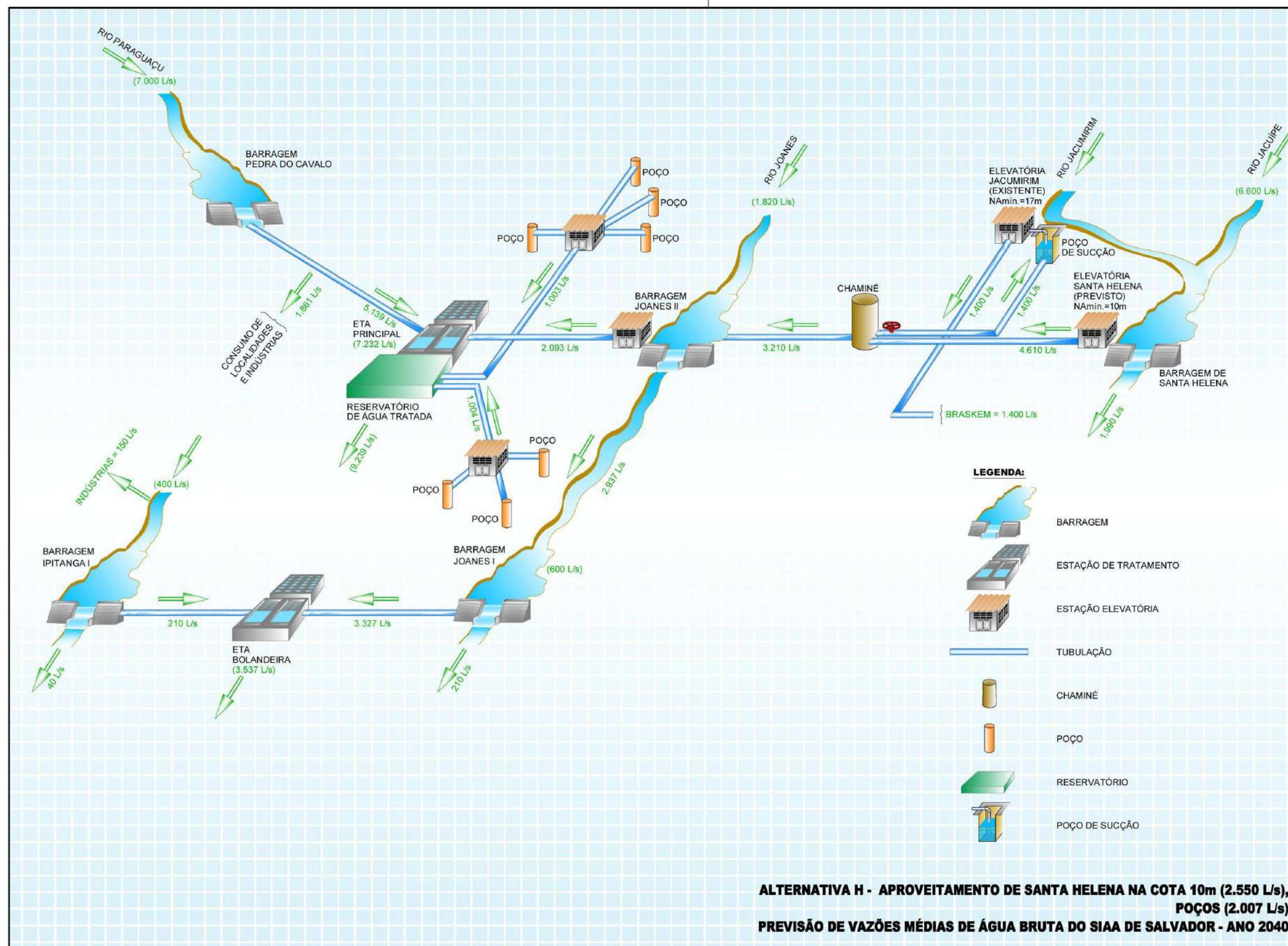
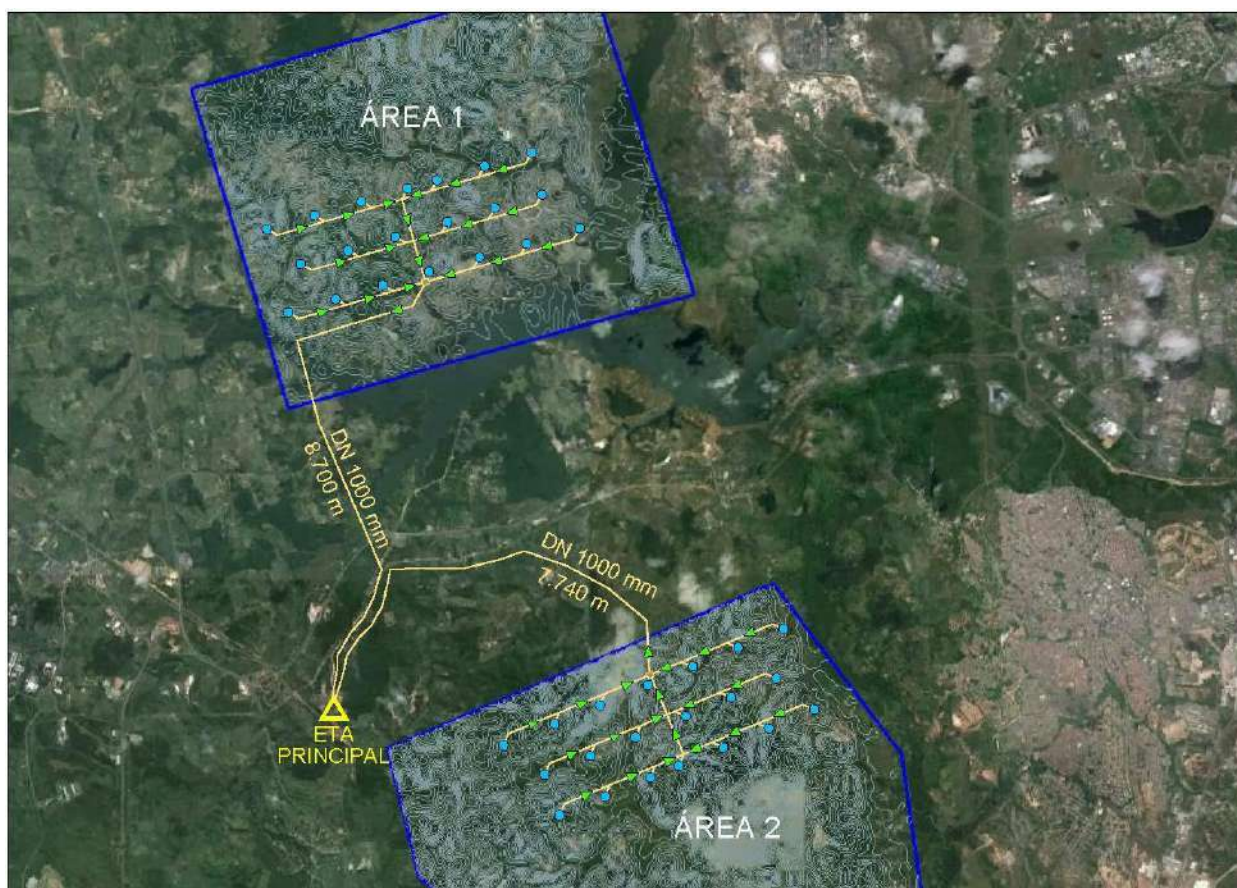
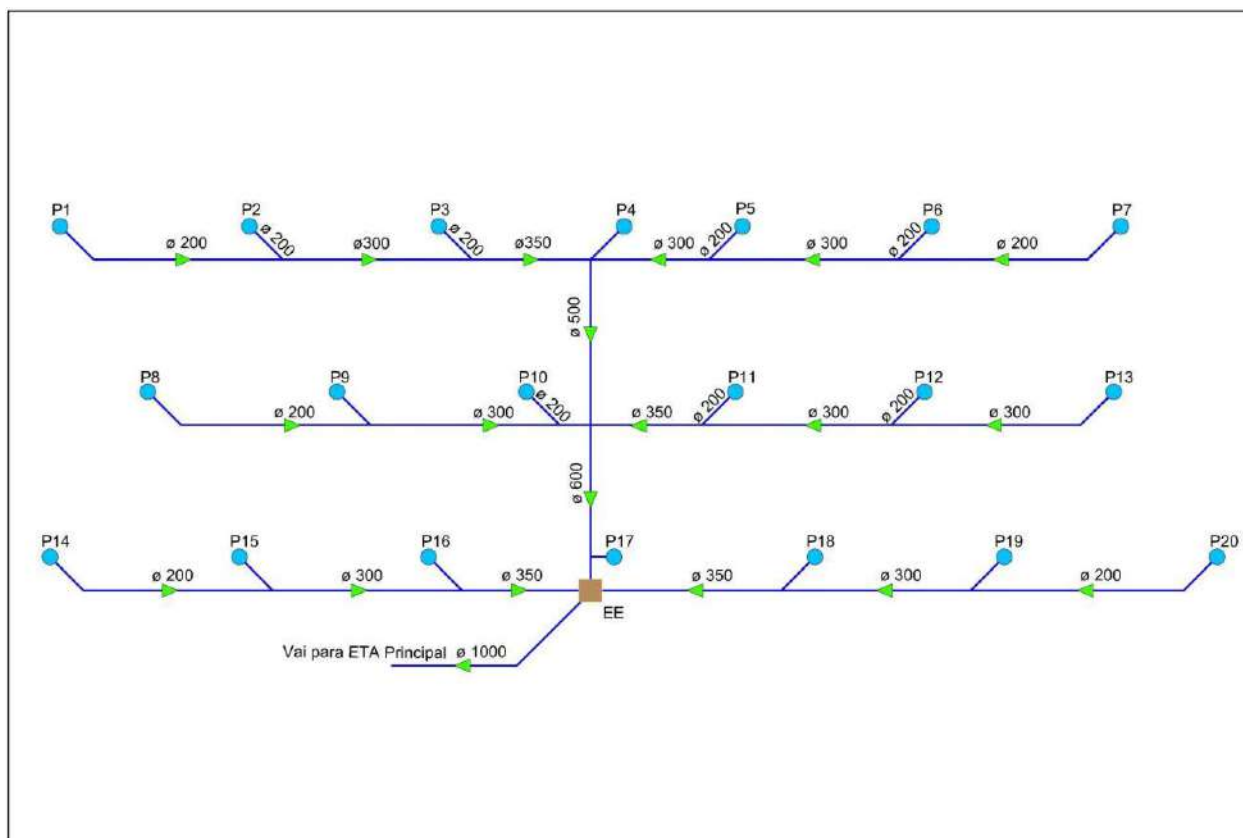


Figura 1.43 - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa H





**Figura 1.44 - Captação de água subterrânea e adução para a ETA Principal**



**Figura 1.45 - Arranjo geral de uma das áreas com 20 poços para a vazão de 1.569 L/s**

- Perdas de Carga:

**Quadro 1.104 - Perdas de carga nas adutoras dos poços**

| DN    | Q (L/s) | V (m/s) | L (m) | PERDA (m) |
|-------|---------|---------|-------|-----------|
| 250   | 68,70   | 1,40    | 1000  | 3,61      |
| 300   | 137,40  | 1,94    | 800   | 6,69      |
| 400   | 206,10  | 1,64    | 800   | 3,57      |
| 500   | 480,90  | 2,45    | 650   | 5,18      |
| 600   | 893,10  | 3,16    | 650   | 7,17      |
| 600   | 961,80  | 3,40    | 200   | 2,56      |
| TOTAL |         |         |       | 28,78     |

- Perda de carga na bomba = 6 m
- Nível Dinâmico = 45,00 m
- Desnível entre a boca do poço e o nível de chegada da água no reservatório da EE  $\cong 5,00$  m
- AMT =  $45,00 + 5,00 + 6 + 40,87 \cong 96,87$  m
- Potência do Motor =  $(68,70 \times 96,87) / (75 \times 0,80) = 110,91$  CV  $\cong 110$  CV
- Número de Poços = 40
- Potência Total =  $40 \times 110$  CV = 4.400 CV
- **Estação Elevatória da Caixa de Reunião dos Poços da Área 1 até a ETA Principal**
  - Vazão média =  $(2007 / 40) \times 20 = 1.004$  L/s
  - Vazão fora de ponta =  $1.004 \times 24 / 21 = 1.147$  L/s
  - Vazão máxima diária =  $1.147 \times 1,2 = 1.376$  L/s
  - Diâmetro = 1000 mm
  - Velocidade = 1,75 m/s
  - Extensão da Adutora = 8.700 m
  - Perdas na Adutora =  $0,015 \times (8.700 / 1,0) \times (1,75^2 / 19,6) = 20,39$  m
  - N.A. na ETA = 122,60 m
  - Cota Elevatória  $\cong 30,00$  m
  - Altura Geométrica =  $122,60 - 30,00 = 93,60$  m
  - AMT =  $93,60 + 20,39 = 113,99$  m
  - Número de Bombas = 3 + 1 Reserva
  - Vazão de Cada Bomba =  $1.376 / 3 = 459$  L/s = 1.652 m³/h
  - Potência do Motor =  $(459 \times 113,99) / (75 \times 0,80) = 872$  CV  $\cong 900$  CV
- **Estação Elevatória da Caixa de Reunião dos Poços da Área 2 até a ETA Principal**
  - Vazão =  $(2007 / 40) \times 20 = 1.004$  L/s
  - Vazão fora de ponta =  $1.004 \times 24 / 21 = 1.147$  L/s
  - Vazão máxima diária =  $1.147 \times 1,2 = 1.376$  L/s

- Diâmetro = 1000 mm
- Velocidade = 1,75 m/s
- Extensão da Adutora = 7.740 m
- Perdas na Adutora =  $0,015 \times (7.740 / 1,0) \times (1,75^2 / 19,6) = 18,14$  m
- N.A. na ETA = 122,60 m
- Cota Elevatória  $\cong 30,00$  m
- Altura Geométrica =  $122,60 - 30,00 = 93,60$  m
- AMT =  $93,60 + 18,14 = 111,74$  m
- Número de Bombas = 3 + 1 Reserva
- Vazão de Cada Bomba =  $1.376 / 3 = 459$  L/s =  $1.652$  m³/h
- Potência do Motor =  $(459 \times 111,74) / (75 \times 0,80) = 855$  CV  $\cong 900$  CV

• **Custos da Captação em 30 poços do Aquífero São Sebastião, com Vazão de 1.500 L/s**

O custo da alternativa será composto pelos custos de investimentos em perfuração dos poços, equipamentos de bombeio, adutoras e elevatórias para a ETA Principal, acrescido dos custos operacionais de energia, de pessoal de operação, de manutenção e de produtos químicos empregados no tratamento da água, os quais se encontram sintetizados no **Quadro 1.105** apresentado a seguir.

**Quadro 1.105** - Estimativa de custo dos poços no Aquífero São Sebastião, com vazão média de 2.007 L/s

| ITEM                           | DESCRIÇÃO                                                                                                                 | UNID. | QUANT. | PREÇO UNIT. (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------------------|-------------------|
| <b>Custos de Investimento:</b> |                                                                                                                           |       |        |                   |                   |
|                                | <b>INVESTIMENTOS EM 2020</b>                                                                                              |       |        |                   |                   |
| 1                              | Poço profundo, equipado com bomba de eixo vertical EBARA, com potência de 100 CV                                          | un.   | 20     | 1.100.000,00      | 22.000.000,00     |
| 2                              | Adutoras poços - caixa de reunião Área 1                                                                                  |       |        |                   |                   |
|                                | DN 200, PVC DE Fº Fº                                                                                                      | m     | 7.000  | 271,18            | 1.898.260,00      |
|                                | DN 300, PVC DE Fº Fº                                                                                                      | m     | 600    | 415,66            | 249.396,00        |
|                                | DN 350, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 2.300  | 576,56            | 1.326.088,00      |
|                                | DN 500, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 700    | 940,03            | 658.021,00        |
|                                | DN 600, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 700    | 1.175,93          | 823.151,00        |
| 3                              | Sistema Elétrico dos poços (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b> | Verba |        |                   | 6.700.000,00      |
| 4                              | Adutora, caixa de reunião-ETA Principal, Ferro Fundido DN 1000 mm                                                         | m     | 8.700  | 3.989,67          | 34.710.129,00     |
| 5                              | Estação Elevatória com potência de 2.700 CV - obras civis                                                                 | Verba |        |                   | 4.890.000,00      |
| 6                              | Conjunto Motobomba, de eixo horizontal, modelo FLOWSERVE 10-LNH-22, com potência de 900 CV                                | un.   | 4      | 750.000,00        | 3.000.000,00      |
| 7                              | Caminho de serviço para manutenção dos poços, com 5 m de largura                                                          | m     | 13.300 | 147,00            | 1.955.100,00      |
| 8                              | Casa de química para aplicação de clorogás e flúor                                                                        | Verba |        |                   | 500.000,00        |
| 9                              | Total dos investimentos (2020)                                                                                            |       |        |                   | 78.710.145,00     |
| 10                             | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                    |       |        |                   | 44.662.250,09     |

**Quadro 1.105 - Estimativa de custo dos poços no Aquífero São Sebastião, com vazão média de 2.007 L/s**  
(Continuação)

| ITEM                                          | DESCRIÇÃO                                                                                                                 | UNID. | QUANT  | PREÇO UNIT. (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$)     |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------------------|-----------------------|
|                                               | <b>INVESTIMENTOS EM 2025</b>                                                                                              |       |        |                   |                       |
| 11                                            | Poço profundo, equipado com bomba de eixo vertical EBARA, com potência de 100 CV                                          | un.   | 20     | 1.100.000,00      | 22.000.000,00         |
| 12                                            | Adutoras poços - caixa de reunião Área 2                                                                                  |       |        |                   |                       |
|                                               | DN 200, PVC DE Fº Fº                                                                                                      | m     | 7.000  | 271,18            | 1.898.260,00          |
|                                               | DN 300, PVC DE Fº Fº                                                                                                      | m     | 600    | 415,66            | 249.396,00            |
|                                               | DN 350, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 2.300  | 576,56            | 1.326.088,00          |
|                                               | DN 500, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 700    | 940,03            | 658.021,00            |
|                                               | DN 600, Ferro Fundido                                                                                                     | m     | 700    | 1.175,93          | 823.151,00            |
| 13                                            | Sistema Elétrico dos poços (linha de transmissão, subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b> | Verba |        |                   | 6.700.000,00          |
| 14                                            | Adutora, caixa de reunião-ETA Principal, Ferro Fundido DN 1000 mm                                                         | m     | 7.740  | 3.989,67          | 30.880.045,80         |
| 15                                            | Estação Elevatória com potência de 2700 CV - obras civis                                                                  | Verba |        |                   | 4.890.000,00          |
| 16                                            | Conjunto Motobomba, de eixo horizontal, modelo FLOWSERVE 10-LNH-22, com potência de 900 CV                                | un.   | 4      | 750.000,00        | 3.000.000,00          |
| 17                                            | Caminho de serviço para manutenção dos poços, com 5 m de largura                                                          | m     | 13.300 | 147,00            | 1.955.100,00          |
| 18                                            | Casa de química para aplicação de clorogás e flúor                                                                        | Verba |        |                   | 500.000,00            |
| 19                                            | Total dos investimentos (2025)                                                                                            |       |        |                   | 74.880.061,80         |
| 20                                            | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                    |       |        |                   | 24.109.375,85         |
| <b>Custos de Operação, em valor presente:</b> |                                                                                                                           |       |        |                   |                       |
| 21                                            | Custo de energia da bateria de dos poços ( <b>Quadro 1.106</b> )                                                          |       |        |                   | 12.882.974,05         |
| 22                                            | Custo de energia da elevatória de recalque da água dos poços para a ETA Principal ( <b>Quadro 1.107</b> )                 |       |        |                   | 16.714.163,23         |
| 23                                            | Custo de produtos químicos usados no tratamento de água ( <b>Quadro 1.108</b> )                                           |       |        |                   | 111.163.160,00        |
| 24                                            | Custo de manutenção de adutoras e elevatórias ( <b>Quadro 1.109</b> )                                                     |       |        |                   | 18.264.265,25         |
| 26                                            | Total dos custos de operação                                                                                              |       |        |                   | 159.024.562,54        |
| <b>TOTAL EM VALOR PRESENTE (10 + 20 + 26)</b> |                                                                                                                           |       |        |                   | <b>227.796.188,48</b> |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)



**Quadro 1.106 - Custo de energia da bateria de 40 poços profundos**

Ano 2020: Potência total = 2.200 cv Potência útil = 2.200 cv Vazão nominal = 1.376 L/s

Ano 2025: Potência total = 4.400 cv Potência útil = 4.400 cv Vazão nominal = 2.752 L/s

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh Taxa anual de Juros = 12%

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS (L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                               |                                               | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                        | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL DE<br>DEMANDA DE<br>ENERGIA (R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO DE<br>ENERGIA (R\$) | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0,0                    | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 852                    | 14,9                                | 301.600,61                                    | 1.502.715,19                                  | 1.804.315,80      | 1.023.817,24               |
| 2021          | 917                    | 16,0                                | 301.600,61                                    | 1.616.824,91                                  | 1.918.425,52      | 971.934,07                 |
| 2022          | 986                    | 17,2                                | 301.600,61                                    | 1.739.599,62                                  | 2.041.200,23      | 923.335,32                 |
| 2023          | 1.061                  | 18,5                                | 301.600,61                                    | 1.871.697,32                                  | 2.173.297,93      | 877.758,58                 |
| 2024          | 1.142                  | 19,9                                | 301.600,61                                    | 2.013.825,94                                  | 2.315.426,55      | 834.966,03                 |
| 2025          | 1.228                  | 10,7                                | 603.201,22                                    | 2.166.747,20                                  | 2.769.948,43      | 891.849,26                 |
| 2026          | 1.284                  | 11,2                                | 603.201,22                                    | 2.264.410,56                                  | 2.867.611,78      | 824.369,86                 |
| 2027          | 1.342                  | 11,7                                | 603.201,22                                    | 2.366.475,97                                  | 2.969.677,19      | 762.242,17                 |
| 2028          | 1.402                  | 12,2                                | 603.201,22                                    | 2.473.141,84                                  | 3.076.343,07      | 705.018,43                 |
| 2029          | 1.465                  | 12,8                                | 603.201,22                                    | 2.584.615,55                                  | 3.187.816,77      | 652.290,47                 |
| 2030          | 1.531                  | 13,4                                | 603.201,22                                    | 2.701.113,79                                  | 3.304.315,01      | 603.686,00                 |
| 2031          | 1.578                  | 13,8                                | 603.201,22                                    | 2.783.152,46                                  | 3.386.353,68      | 552.387,64                 |
| 2032          | 1.626                  | 14,2                                | 603.201,22                                    | 2.867.682,83                                  | 3.470.884,05      | 505.514,62                 |
| 2033          | 1.675                  | 14,6                                | 603.201,22                                    | 2.954.780,56                                  | 3.557.981,79      | 462.678,49                 |
| 2034          | 1.726                  | 15,1                                | 603.201,22                                    | 3.044.523,64                                  | 3.647.724,87      | 423.525,58                 |
| 2035          | 1.779                  | 15,5                                | 603.201,22                                    | 3.136.992,42                                  | 3.740.193,64      | 387.733,78                 |
| 2036          | 1.822                  | 15,9                                | 603.201,22                                    | 3.213.863,97                                  | 3.817.065,19      | 353.306,07                 |
| 2037          | 1.867                  | 16,3                                | 603.201,22                                    | 3.292.619,24                                  | 3.895.820,46      | 321.960,38                 |
| 2038          | 1.913                  | 16,7                                | 603.201,22                                    | 3.373.304,40                                  | 3.976.505,62      | 293.418,22                 |
| 2039          | 1.959                  | 17,1                                | 603.201,22                                    | 3.455.966,74                                  | 4.059.167,96      | 267.426,52                 |
| 2040          | 2.007                  | 17,5                                | 603.201,22                                    | 3.540.654,71                                  | 4.143.855,93      | 243.755,31                 |
| <b>TOTAIS</b> |                        |                                     |                                               |                                               |                   | <b>12.882.974,05</b>       |

**Notas:**- Vazão média por poço =  $2.007 \div 40 = 50,175$  L/s- Vazão nominal da bateria de poços = vazão de bombeamento  $Q_{\text{max.díaria}}$  em 21 horas =  $[50,175 \times (24 \div 21) \times 1,2] \times 40 = 2.752$  L/s

- Implantação prevista em duas etapas: 20 poços em 2020 e mais 20 poços em 2025

**Quadro 1.107 - Custo de Energia do Recalque da Caixa de Reunião dos Poços para a ETA Principal**

Ano 2020: Potência total = 3.600 cv Potência útil = 2.700 cv Vazão nominal = 1.376 L/s

Ano 2025: Potência total = 7.200 cv Potência útil = 5.400 cv Vazão nominal = 2.752 L/s

Tarifa de energia: Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh Taxa anual de Juros = 12%

| ANO           | VAZÕES<br>MÉDIAS<br>(L/S) | CUSTO DE ENERGIA                    |                                               |                                               | CUSTO ANUAL (R\$) |                            |
|---------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|               |                           | HORAS DE<br>FUNCIONAMENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL DE<br>DEMANDA DE<br>ENERGIA (R\$) | CUSTO ANUAL DE<br>CONSUMO DE<br>ENERGIA (R\$) | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE<br>ANUAL |
| 2015          | 0                         | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2016          | 0                         | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2017          | 0                         | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2018          | 0                         | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2019          | 0                         | 0,0                                 | 0,00                                          | 0,00                                          | 0,00              | 0,00                       |
| 2020          | 852                       | 14,9                                | 493.528,27                                    | 1.844.241,37                                  | 2.337.769,65      | 1.326.513,28               |
| 2021          | 917                       | 16,0                                | 493.528,27                                    | 1.984.285,11                                  | 2.477.813,39      | 1.255.337,37               |
| 2022          | 986                       | 17,2                                | 493.528,27                                    | 2.134.963,17                                  | 2.628.491,44      | 1.188.996,04               |
| 2023          | 1.061                     | 18,5                                | 493.528,27                                    | 2.297.083,07                                  | 2.790.611,34      | 1.127.081,12               |
| 2024          | 1.142                     | 19,9                                | 493.528,27                                    | 2.471.513,66                                  | 2.965.041,93      | 1.069.223,84               |
| 2025          | 1.228                     | 10,7                                | 987.056,55                                    | 2.659.189,75                                  | 3.646.246,30      | 1.173.993,72               |
| 2026          | 1.284                     | 11,2                                | 987.056,55                                    | 2.779.049,32                                  | 3.766.105,87      | 1.082.665,44               |
| 2027          | 1.342                     | 11,7                                | 987.056,55                                    | 2.904.311,42                                  | 3.891.367,96      | 998.817,23                 |
| 2028          | 1.402                     | 12,2                                | 987.056,55                                    | 3.035.219,54                                  | 4.022.276,08      | 921.801,86                 |
| 2029          | 1.465                     | 12,8                                | 987.056,55                                    | 3.172.028,17                                  | 4.159.084,72      | 851.031,14                 |
| 2030          | 1.531                     | 13,4                                | 987.056,55                                    | 3.315.003,28                                  | 4.302.059,83      | 785.970,25                 |
| 2031          | 1.578                     | 13,8                                | 987.056,55                                    | 3.415.687,11                                  | 4.402.743,66      | 718.182,86                 |
| 2032          | 1.626                     | 14,2                                | 987.056,55                                    | 3.519.428,92                                  | 4.506.485,47      | 656.344,11                 |
| 2033          | 1.675                     | 14,6                                | 987.056,55                                    | 3.626.321,60                                  | 4.613.378,15      | 599.921,80                 |
| 2034          | 1.726                     | 15,1                                | 987.056,55                                    | 3.736.460,84                                  | 4.723.517,38      | 548.432,38                 |
| 2035          | 1.779                     | 15,5                                | 987.056,55                                    | 3.849.945,24                                  | 4.837.001,79      | 501.436,33                 |
| 2036          | 1.822                     | 15,9                                | 987.056,55                                    | 3.944.287,59                                  | 4.931.344,14      | 456.443,30                 |
| 2037          | 1.867                     | 16,3                                | 987.056,55                                    | 4.040.941,79                                  | 5.027.998,34      | 415.526,41                 |
| 2038          | 1.913                     | 16,7                                | 987.056,55                                    | 4.139.964,49                                  | 5.127.021,04      | 378.312,40                 |
| 2039          | 1.959                     | 17,1                                | 987.056,55                                    | 4.241.413,73                                  | 5.228.470,27      | 344.462,62                 |
| 2040          | 2.007                     | 17,5                                | 987.056,55                                    | 4.345.348,96                                  | 5.332.405,51      | 313.669,72                 |
| <b>TOTAIS</b> |                           |                                     |                                               |                                               |                   | <b>16.714.163,23</b>       |

**Notas:**

- Vazão média nas duas elevatórias de recalque = 2.007 L/s

- Vazão nominal da elevatória = vazão de bombeamento  $Q_{\text{max,diária}}$  em 21 horas =  $2.007 \times (24 \div 21) \times 1,2 = 2.752 \text{ L/s}$ 

- Implantação prevista em duas etapas: 20 poços em 2020 e 20 poços em 2025

Quadro 1.108 - Custo de produtos químicos usados no tratamento da água

| ANO   | POÇOS       |                                                  | ETA PRINCIPAL                                         |                                                   |               |                   |
|-------|-------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|-------------------|
|       | VAZÃO (L/s) | CLORAÇÃO E<br>FLUORAÇÃO<br>CUSTO POR m³<br>(R\$) | VAZÃO<br>FORNECIDA<br>POR PEDRA<br>DO CAVALO<br>(L/s) | TRATAMENTO<br>COMPLETO -<br>CUSTO POR m³<br>(R\$) | TOTAL         | VALOR<br>PRESENTE |
| 2015  | 0           | 0,00                                             | 5.750                                                 | 0,0708647                                         | 12.850.210,98 | 12.850.210,98     |
| 2016  | 0           | 0,00                                             | 5.637                                                 | 0,0708647                                         | 12.598.104,01 | 11.248.307,15     |
| 2017  | 0           | 0,00                                             | 5.527                                                 | 0,0708647                                         | 12.350.943,10 | 9.846.096,22      |
| 2018  | 0           | 0,00                                             | 5.418                                                 | 0,0708647                                         | 12.108.631,22 | 8.618.684,53      |
| 2019  | 0           | 0,00                                             | 5.312                                                 | 0,0708647                                         | 11.871.073,22 | 7.544.281,64      |
| 2020  | 852         | 0,0279234                                        | 5.208                                                 | 0,0708647                                         | 12.388.442,10 | 7.029.534,75      |
| 2021  | 917         | 0,0279234                                        | 5.205                                                 | 0,0708647                                         | 12.440.153,10 | 6.302.568,71      |
| 2022  | 986         | 0,0279234                                        | 5.203                                                 | 0,0708647                                         | 12.496.192,69 | 5.652.642,96      |
| 2023  | 1.061       | 0,0279234                                        | 5.201                                                 | 0,0708647                                         | 12.556.889,38 | 5.071.517,02      |
| 2024  | 1.142       | 0,0279234                                        | 5.198                                                 | 0,0708647                                         | 12.622.596,63 | 4.551.834,89      |
| 2025  | 1.228       | 0,0279234                                        | 5.196                                                 | 0,0708647                                         | 12.693.694,73 | 4.087.029,98      |
| 2026  | 1.284       | 0,0279234                                        | 5.192                                                 | 0,0708647                                         | 12.732.940,36 | 3.660.416,09      |
| 2027  | 1.342       | 0,0279234                                        | 5.187                                                 | 0,0708647                                         | 12.774.391,63 | 3.278.868,16      |
| 2028  | 1.402       | 0,0279234                                        | 5.183                                                 | 0,0708647                                         | 12.818.147,58 | 2.937.588,59      |
| 2029  | 1.465       | 0,0279234                                        | 5.179                                                 | 0,0708647                                         | 12.864.311,73 | 2.632.293,06      |
| 2030  | 1.531       | 0,0279234                                        | 5.175                                                 | 0,0708647                                         | 12.912.992,28 | 2.359.155,41      |
| 2031  | 1.578       | 0,0279234                                        | 5.171                                                 | 0,0708647                                         | 12.946.064,77 | 2.111.783,60      |
| 2032  | 1.626       | 0,0279234                                        | 5.168                                                 | 0,0708647                                         | 12.980.386,68 | 1.890.519,86      |
| 2033  | 1.675       | 0,0279234                                        | 5.164                                                 | 0,0708647                                         | 13.015.995,78 | 1.692.594,76      |
| 2034  | 1.726       | 0,0279234                                        | 5.161                                                 | 0,0708647                                         | 13.052.931,00 | 1.515.533,75      |
| 2035  | 1.779       | 0,0279234                                        | 5.157                                                 | 0,0708647                                         | 13.091.232,46 | 1.357.125,72      |
| 2036  | 1.822       | 0,0279234                                        | 5.153                                                 | 0,0708647                                         | 13.121.321,15 | 1.214.504,39      |
| 2037  | 1.867       | 0,0279234                                        | 5.150                                                 | 0,0708647                                         | 13.152.356,30 | 1.086.943,74      |
| 2038  | 1.913       | 0,0279234                                        | 5.146                                                 | 0,0708647                                         | 13.184.360,95 | 972.847,04        |
| 2039  | 1.959       | 0,0279234                                        | 5.142                                                 | 0,0708647                                         | 13.217.358,71 | 870.787,39        |
| 2040  | 2.007       | 0,0279234                                        | 5.139                                                 | 0,0708647                                         | 13.251.373,77 | 779.489,62        |
| TOTAL |             |                                                  |                                                       |                                                   |               | 111.163.160,00    |

**Nota:**

- Composição do custo de produtos químicos por m³ de água tratada conforme **Apêndice 3, item 2.2.**

- Custo do tratamento da água de Pedra do Cavalo na ETA Principal: para simplificação, esse custo foi agregado ao custo da intervenção "b", correspondente à exploração de água subterrânea no aquífero São Sebastião.

**Quadro 1.109 - Custo de pessoal de operação e manutenção de novas adutoras e elevatórias**

| ANO          | CUSTOS DE MANUTENÇÃO                                                   |                                                                        | CUSTOS DE PESSOAL DE OPERAÇÃO               |                                          | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------|----------------------|
|              | ADUTORAS                                                               | ELEVATÓRIAS                                                            | E.E. CAIXA DE<br>REUNIÃO - ETA<br>PRINCIPAL | RECALQUES<br>POÇOS - CAIXA<br>DE REUNIÃO | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE    |
|              | Investimentos<br>2020/2025 =<br>R\$ 41.620.145,00<br>R\$ 37.790.061,80 | Investimentos<br>2020/2025 =<br>R\$ 37.090.000,00<br>R\$ 37.090.000,00 |                                             |                                          |                   |                      |
| 2015         | 0,00                                                                   | 0,00                                                                   | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2016         | 0,00                                                                   | 0,00                                                                   | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2017         | 0,00                                                                   | 0,00                                                                   | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2018         | 0,00                                                                   | 0,00                                                                   | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2019         | 0,00                                                                   | 0,00                                                                   | 0,00                                        | 0,00                                     | 0,00              | 0,00                 |
| 2020         | 416.201,45                                                             | 1.854.500,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.632.246,81      | 1.493.607,53         |
| 2021         | 416.201,45                                                             | 1.854.500,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.632.246,81      | 1.333.578,15         |
| 2022         | 416.201,45                                                             | 1.854.500,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.632.246,81      | 1.190.694,78         |
| 2023         | 416.201,45                                                             | 1.854.500,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.632.246,81      | 1.063.120,34         |
| 2024         | 416.201,45                                                             | 1.854.500,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 2.632.246,81      | 949.214,59           |
| 2025         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 1.566.286,28         |
| 2026         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 1.398.469,89         |
| 2027         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 1.248.633,83         |
| 2028         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 1.114.851,63         |
| 2029         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 995.403,25           |
| 2030         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 888.752,90           |
| 2031         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 793.529,37           |
| 2032         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 708.508,37           |
| 2033         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 632.596,76           |
| 2034         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 564.818,53           |
| 2035         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 504.302,26           |
| 2036         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 450.269,88           |
| 2037         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 402.026,68           |
| 2038         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 358.952,39           |
| 2039         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 320.493,20           |
| 2040         | 794.102,07                                                             | 3.709.000,00                                                           | 196.124,02                                  | 165.421,34                               | 4.864.647,43      | 286.154,65           |
| <b>TOTAL</b> |                                                                        |                                                                        |                                             |                                          |                   | <b>18.264.265,25</b> |

**Nota:** Custos anuais de manutenção e pessoal de operação determinados conforme **Apêndice 3, item 2.2**



**c) Custos de recuperação das bombas EBARA e de pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo**

Considerando que o sistema adutor de Pedra do Cavalo não será objeto de intervenção nesta alternativa, os custos de recuperação das bombas EBARA e do pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo, necessários para a comparação das alternativas, serão calculados isoladamente.

O investimento na recuperação das quatro bombas EBARA existentes é avaliado em R\$ 1.200.000,00. Admitindo-se sua concretização em 2020, o custo em valor presente (ano 2015) é de R\$ 680.912,23.

O custo do pessoal de operação é calculado no **Quadro 1.110**.

**Quadro 1.110 - Custo de pessoal de operação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo**

| ANO   | CUSTO ANUAL DE PESSOAL DE OPERAÇÃO<br>DA ELEVATÓRIA DE CAPTAÇÃO DE PEDRA<br>DO CAVALO | VALOR PRESENTE (R\$) |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 2015  | 493.376,93                                                                            | 493.376,93           |
| 2016  | 493.376,93                                                                            | 440.515,12           |
| 2017  | 493.376,93                                                                            | 393.317,07           |
| 2018  | 493.376,93                                                                            | 351.175,95           |
| 2019  | 493.376,93                                                                            | 313.549,96           |
| 2020  | 493.376,93                                                                            | 279.955,32           |
| 2021  | 493.376,93                                                                            | 249.960,11           |
| 2022  | 493.376,93                                                                            | 223.178,67           |
| 2023  | 493.376,93                                                                            | 199.266,67           |
| 2024  | 493.376,93                                                                            | 177.916,67           |
| 2025  | 493.376,93                                                                            | 158.854,17           |
| 2026  | 493.376,93                                                                            | 141.834,08           |
| 2027  | 493.376,93                                                                            | 126.637,57           |
| 2028  | 493.376,93                                                                            | 113.069,26           |
| 2029  | 493.376,93                                                                            | 100.954,69           |
| 2030  | 493.376,93                                                                            | 90.138,12            |
| 2031  | 493.376,93                                                                            | 80.480,46            |
| 2032  | 493.376,93                                                                            | 71.857,56            |
| 2033  | 493.376,93                                                                            | 64.158,53            |
| 2034  | 493.376,93                                                                            | 57.284,41            |
| 2035  | 493.376,93                                                                            | 51.146,79            |
| 2036  | 493.376,93                                                                            | 45.666,78            |
| 2037  | 493.376,93                                                                            | 40.773,91            |
| 2038  | 493.376,93                                                                            | 36.405,28            |
| 2039  | 493.376,93                                                                            | 32.504,71            |
| 2040  | 493.376,93                                                                            | 29.022,06            |
| TOTAL |                                                                                       | 4.363.000,83         |

**d) Ampliação da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**e) Ampliação da elevatória de água tratada da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**f) Resumo dos custos da alternativa H**

O **Quadro 1.111** a seguir sintetiza os custos da alternativa H, incluindo investimentos e os custos operacionais eleitos para fins de comparação das alternativas.

**Quadro 1.111 - Resumo dos Custos da Alternativa H**

| INTER-<br>VENÇÃO | DESCRIÇÃO                                                     | CUSTO EM VALOR PRESENTE (R\$) |                       |                       |
|------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                  |                                                               | Investimentos                 | Operacionais          | Total                 |
| 1                | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                    | 121.384.523,86                | 195.589.907,55        | 316.974.431,41        |
| 2                | Poços no Aquífero São Sebastião (2.007 L/s)                   | 68.771.625,94                 | 159.024.562,54        | 227.796.188,48        |
| 3                | Recuperação das bombas EBARA da captação em P. do Cavalo      | 680.912,23                    |                       | 680.912,23            |
| 4                | Pessoal de operação da elevatória de captação de P. do Cavalo |                               | 4.363.000,83          | 4.363.000,83          |
| 5                | Ampliação da ETA Principal                                    | 102.045.428,55                |                       | 102.045.428,55        |
| 6                | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal      | 20.494.136,00                 |                       | 20.494.136,00         |
| <b>TOTAL</b>     |                                                               | <b>313.376.626,58</b>         | <b>358.977.470,92</b> | <b>672.354.097,50</b> |

**Nota:** mês de referência da estimativa de custo – Julho 2014

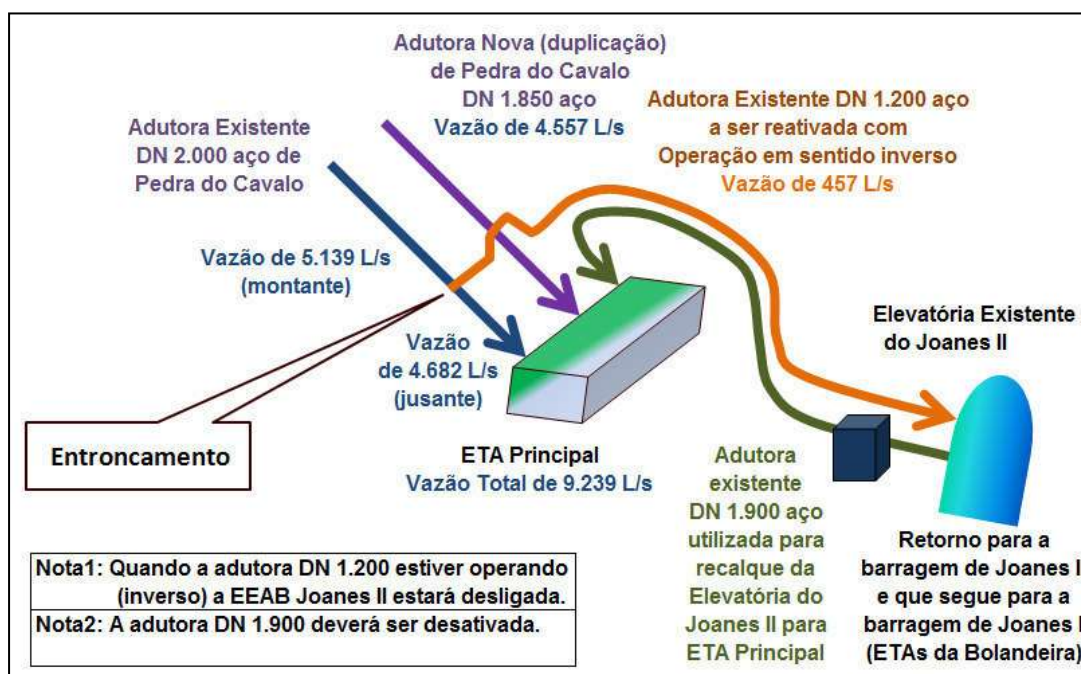
## 1.1.3.9 Alternativa I

A **Alternativa I** consiste de um único aproveitamento para compensar o déficit de disponibilidade hídrica, que seria a implantação imediata da 2ª etapa do Sistema Adutor Pedra do Cavalo, porém com capacidade para veicular a vazão de 4,56 m³/s, correspondente ao déficit estimado para fim de plano, ao invés da vazão de projeto da 2ª etapa, de 7,0 m³/s. Desta forma, os reservatórios de Joanes I, Joanes II e Santa Helena teriam os seus aproveitamentos limitados às condições atuais de funcionamento.

Esta configuração de funcionamento levaria à mudanças profundas em relação ao funcionamento atual e previsto nas demais alternativas.

Mantida a captação de Santa Helena na cota 17,00 m, de acordo com situação mostrada no **Quadro 1.112**, a capacidade de regularização deste reservatório seria de 4,05 m³/s, conforme estudos do presente Plano. Subtraídas as vazões da Braskem/Polo Logístico (1,40 m³/s) e de restituição ao rio (1,99 m³/s), restariam 0,66 m³/s para reforço de Joanes II ( $4,05 - 1,40 - 1,99 = 0,66$ ) para atendimento do SIAA de Salvador. Esta vazão somada à vazão regularizada em Joanes II (1,82 m³/s) totalizaria a disponibilidade de 2,48 m³/s ( $0,66 + 1,82 = 2,48$ ) em Joanes II, vazão esta inferior à que deve ser restituída para Joanes I para o atendimento da demanda da ETA Bolandeira (2,94 m³/s). Assim, a diferença de vazão ( $2,94 - 2,48 = 0,46$ ) teria que ser provida por outro manancial.

Nesta alternativa admitiu-se que a vazão complementar será obtida a partir da adutora de Pedra do Cavalo, através da antiga adutora Joanes II - ETA Principal, DN 1200, entroncada na adutora de Pedra do Cavalo, a cerca de 1.230 m a montante da ETA Principal e atualmente desativada. Esta linha funcionaria em sentido inverso, veiculando 0,46 m³/s até a represa de Joanes II. Desta forma, o sistema Joanes atenderia essencialmente as ETAs do Parque Bolandeira, enquanto Pedra do Cavalo atenderia majoritariamente a ETA Principal, contribuindo ainda com a parcela complementar de vazão requerida pelas ETAs do Parque Bolandeira. Nesta condição, o recalque da elevatória Joanes II – ETA Principal estaria desligado. O esquema a seguir ilustra o funcionamento (**Figura 1.46**).



**Figura 1.46** - Croqui do funcionamento dos sistemas adutores de água bruta na Alternativa I

O balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e das estações de tratamento nesta alternativa é apresentado no **Quadro 1.112**. A **Figura 1.47** mostra o esquema geral da alternativa, com a previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040.

**Quadro 1.112 - Balanço das vazões médias dos mananciais, sistemas adutores de água bruta e ETA's, para a Alternativa I**

| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s      |                                             |                                                                   |                                                                                         |                                                          |                                   |                                            |                                                                     |                                                   |                                      | RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS Q <sub>100%</sub> |                                |                       |                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Demandas a serem atendidas pela ETA Bolandeira        | Mananciais                                  |                                                                   |                                                                                         |                                                          |                                   |                                            |                                                                     |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       | Ipitanga I + Ipitanga II                    |                                                                   |                                                                                         |                                                          |                                   | Joanes I + Joanes II                       |                                                                     |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       | Q <sub>reg.100%</sub><br>(Ipit.I + Ipit.II) | Retiradas                                                         |                                                                                         | Saldo (vazões médias na adutora Ipitanga I - Bolandeira) | Q <sub>reg.100%</sub> em Joanes I | Vazão de restituição em Joanes I           | Vazões Médias na Adutora Joanes I - Bolandeira                      |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                                     |
| Vazões industriais (Gerdau e Norsa)                                                                                                                                                                                                                      | Vazão de restituição em Ipitanga I                    |                                             | Disponível em Joanes I                                            | Importada de Joanes II                                                                  |                                                          |                                   |                                            | Total                                                               |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | (1)                                                   | (2)                                         | (3)                                                               | (4)                                                                                     | (5)=(2)-(3)-(4)                                          | (6)                               | (7)                                        | (8)=(6)-(7)                                                         | (9)=(1)-(5)-(8)                                   | (10)=(8)+(9)                         | Reservatório                                          | NA <sub>min.</sub> Operacional | Q <sub>reg.100%</sub> | Vazão de Restituição em Regime Normal               |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                 | 400                                         | 80                                                                | 40                                                                                      | 280                                                      | 600                               | 210                                        | 390                                                                 | 2.867                                             | 3.257                                | Santa Helena                                          | 17,00                          | 4,05                  | 1,99                                                |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                 | 400                                         | 150                                                               | 40                                                                                      | 210                                                      | 600                               | 210                                        | 390                                                                 | 2.937                                             | 3.327                                |                                                       | 10,00                          | 6,60                  |                                                     |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                 | 400                                         | 150                                                               | 40                                                                                      | 210                                                      | 600                               | 210                                        | 390                                                                 | 2.937                                             | 3.327                                | Joanes I                                              | 14,50                          | 0,60                  | 0,21                                                |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                 | 400                                         | 150                                                               | 40                                                                                      | 210                                                      | 600                               | 210                                        | 390                                                                 | 2.937                                             | 3.327                                | Joanes II                                             | 24,90                          | 1,82                  | 0,63                                                |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                 | 400                                         | 150                                                               | 40                                                                                      | 210                                                      | 600                               | 210                                        | 390                                                                 | 2.937                                             | 3.327                                | Ipitanga I                                            | 23,00                          | 0,13                  | 0,04                                                |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 3.537                                                 | 400                                         | 150                                                               | 40                                                                                      | 210                                                      | 600                               | 210                                        | 390                                                                 | 2.937                                             | 3.327                                | Ipitanga II                                           | 48,43                          | 0,27                  | 0,09                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |                                             |                                                                   |                                                                                         |                                                          |                                   |                                            |                                                                     |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                                     |
| Ano                                                                                                                                                                                                                                                      | BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s       |                                             |                                                                   |                                                                                         |                                                          |                                   |                                            |                                                                     |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Mananciais                                            |                                             |                                                                   |                                                                                         |                                                          |                                   |                                            |                                                                     |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Pedra do Cavalo                                       |                                             |                                                                   |                                                                                         |                                                          | Represa Joanes II                 |                                            |                                                                     | Represa Santa Helena                              |                                      |                                                       |                                |                       |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Capacidade da adutora, com 2a. etapa a partir de 2020 | Demandas na ETA Principal                   | Vazões derivadas da adutora para sistemas existentes (ver Nota 1) | Vazões derivadas da adutora para Joanes II para complementar demandas da ETA Bolandeira | Evolução das vazões na adutora com 2a. Etapa             | Q <sub>reg.100%</sub>             | Restituição para Joanes I (ETA Bolandeira) | Vazões Médias na adutora Joanes II - ETA Principal                  | Retiradas                                         |                                      |                                                       |                                | Cota 17,0 m           |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |                                             |                                                                   |                                                                                         |                                                          |                                   |                                            |                                                                     | Vazões Médias na adutora Santa Helena - Joanes II | Vazões para Braskem / Polo Logístico | Vazão de restituição                                  | Total                          | Q <sub>reg.100%</sub> | Disponibilidade em Santa Helena na cota 10          |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | (11)                                                  | (12)                                        | (13)                                                              | (14)<br>SE(18)>0<br>V:(14)=0<br>F:(14)=(17)-(15)-(19)                                   | (15)=(12)+(13)+(14)                                      | (16)                              | (17)=(9)                                   | (18)<br>SE(12)-[(11)-(13)]>0<br>V:(18)=(12)-[(11)-(13)]<br>F:(18)=0 | (19)=(23)-(20)-(21)                               | (20)                                 | (21)                                                  | (22)                           | (23)                  | (24)<br>SE(23)>(22)<br>V:(24)=(23)-(22)<br>F:(24)=0 |
| 2015                                                                                                                                                                                                                                                     | 7.000                                                 | 7.708                                       | 1.250                                                             | 0                                                                                       | 8.957                                                    | 1.820                             | 2.867                                      | 1.957                                                               | 1.290                                             | 770                                  | 1.990                                                 | 4.050                          | 4.050                 | 0                                                   |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                     | 11.557                                                | 8.153                                       | 1.792                                                             | 457                                                                                     | 10.402                                                   | 1.820                             | 2.937                                      | 0                                                                   | 660                                               | 1.400                                | 1.990                                                 | 4.050                          | 4.050                 | 0                                                   |
| 2025                                                                                                                                                                                                                                                     | 11.557                                                | 8.517                                       | 1.804                                                             | 457                                                                                     | 10.778                                                   | 1.820                             | 2.937                                      | 0                                                                   | 660                                               | 1.400                                | 1.990                                                 | 4.050                          | 4.050                 | 0                                                   |
| 2030                                                                                                                                                                                                                                                     | 11.557                                                | 8.799                                       | 1.825                                                             | 457                                                                                     | 11.081                                                   | 1.820                             | 2.937                                      | 0                                                                   | 660                                               | 1.400                                | 1.990                                                 | 4.050                          | 4.050                 | 0                                                   |
| 2035                                                                                                                                                                                                                                                     | 11.557                                                | 9.029                                       | 1.843                                                             | 457                                                                                     | 11.328                                                   | 1.820                             | 2.937                                      | 0                                                                   | 660                                               | 1.400                                | 1.990                                                 | 4.050                          | 4.050                 | 0                                                   |
| 2040                                                                                                                                                                                                                                                     | 11.557                                                | 9.239                                       | 1.861                                                             | 457                                                                                     | 11.557                                                   | 1.820                             | 2.937                                      | 0                                                                   | 660                                               | 1.400                                | 1.990                                                 | 4.050                          | 4.050                 | 0                                                   |
| Notas: (1) Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech, Outras); RLAM. |                                                       |                                             |                                                                   |                                                                                         |                                                          |                                   |                                            |                                                                     |                                                   |                                      |                                                       |                                |                       |                                                     |



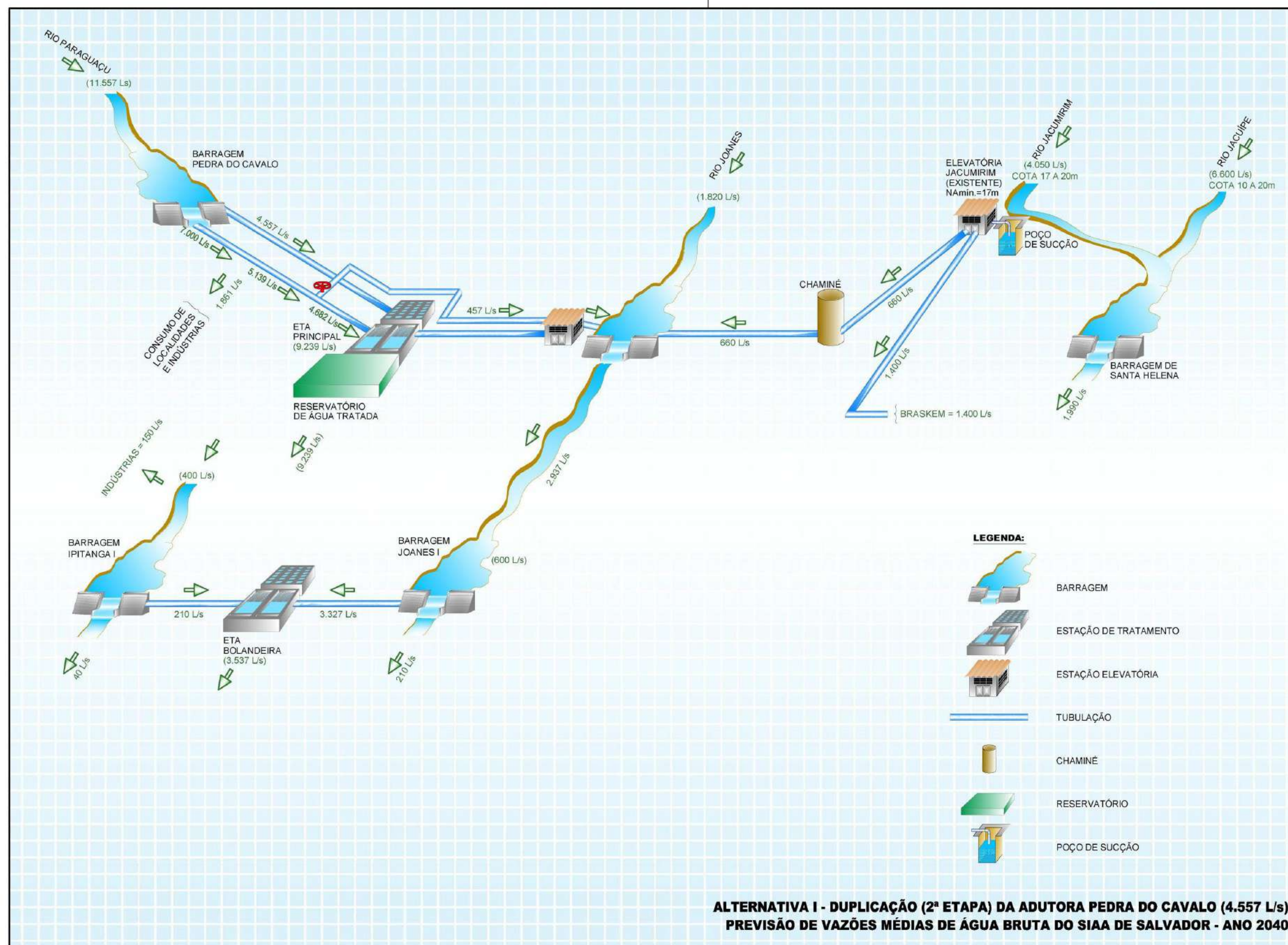


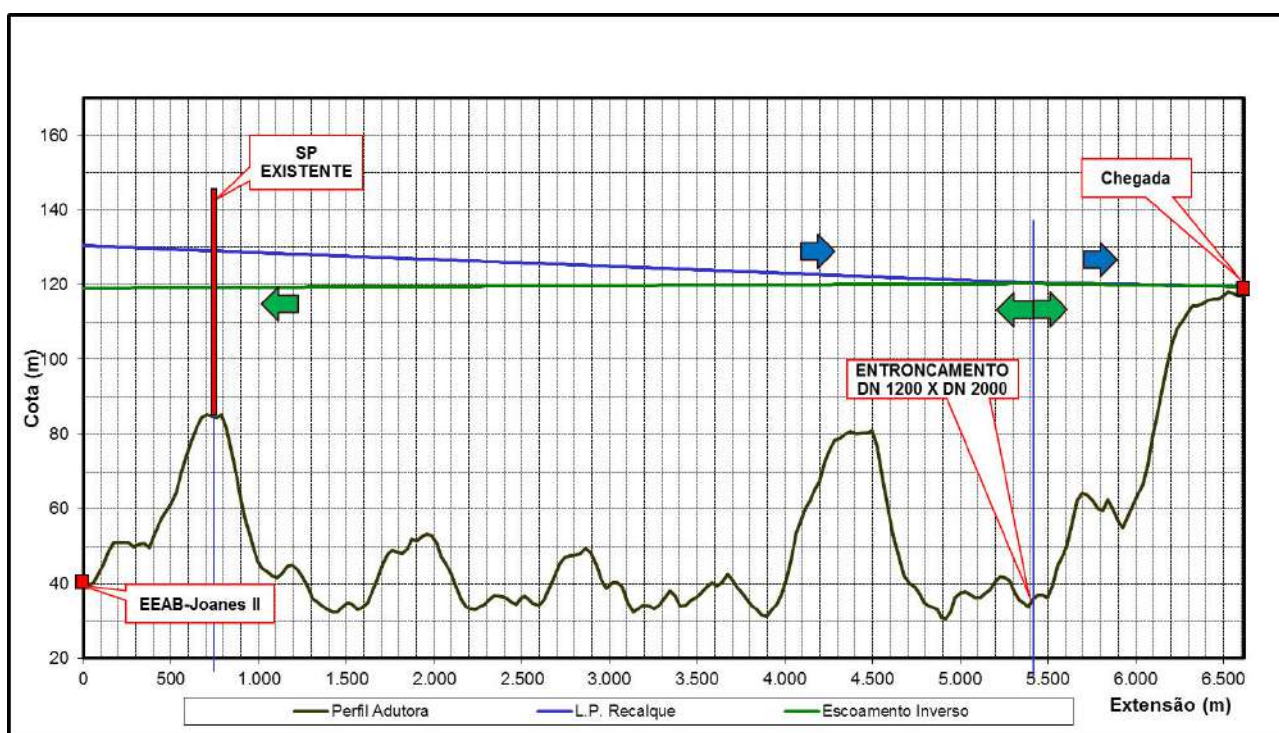
Figura 1.47 - Previsão de vazões médias de água bruta do SIAA de Salvador no ano 2040, para a Alternativa I

Em síntese, o balanço de vazões na represa Joanes II indica que a contribuição de Santa Helena é insuficiente para atender a demanda requerida para Joanes I, pela calha do rio, existindo um déficit médio de 457 L/s, considerando a vazão regularizada de 1.820 L/s da represa Joanes II e a vazão necessária de 2.937 L/s para o Joanes I ( $660 + 1.820 - 2.937 = - 457$  L/s). Esse déficit seria suprido pelo sistema Pedra do Cavalo através da derivação da adutora DN 2.000 por gravidade (entroncamento), a qual alimentará a adutora DN 1.200 mm atualmente desativada, ligando a represa Joanes II à ETA Principal. A adutora de DN 1.200 mm passaria a funcionar por gravidade, levando água de Pedra do Cavalo para a represa Joanes II.

A **Figura 1.48** mostra um gráfico resultante do demonstrativo de cálculo do escoamento inverso da adutora Joanes II - ETA Principal DN 1200, indicando que as condições topográficas do perfil da linha permitem a adução em sentido contrário ao recalque.

Para a **Alternativa I**, a operação da adutora DN 1.200 ocorrerá em sentido inverso (observar a linha verde do gráfico), com a vazão total de 5.139 L/s (proveniente de Pedra do Cavalo) sendo repartida em 02 parcelas: 4.682 L/s seguem para a ETA Principal (através da adutora DN 2.000) e 457 L/s são desviados para alimentar a represa de Joanes II (através da adutora DN 1.200), a fim de reforçar a represa de Joanes I e, na sequência, dar garantias de suprimento às ETAs do Parque da Bolandeira.

Essa configuração indica que não haverá necessidade de investimentos para ampliação do sistema de Santa Helena. Serão considerados apenas os custos de operação (energia elétrica e pessoal).



**Figura 1.48 - Adutora de água bruta Joanes II - ETA Principal com escoamento inverso**



**CARACTERIZAÇÃO GERAL DA INTERVENÇÃO PREVISTA NA ALTERNATIVA I – 2ª. ETAPA DA ADUTORA DE GRAVIDADE DE PEDRA DO CAVALO****a) Custo Operacional do recalque Jacumirim - Joanes II**

A vazão regularizada na represa de Santa Helena, entre as cotas de 17m e 20m, é de 4,05 m³/s, com 100% de garantia. Descontando a vazão de 1,40 m³/s destinada à Braskem e a vazão de restituição de 1,99 m³/s, resta uma vazão de 0,66 m³/s bombeada para a represa Joanes II. Essa vazão é menor que a capacidade da adutora existente, de 2,30 m³/s.

Quanto à adução de água bruta do Joanes II para a ETA Principal, a adutora existente de 1900 mm de diâmetro ficaria desativada, voltando a funcionar a antiga adutora de 1200 mm, passando a operar em sentido inverso, da adutora de Pedra do Cavalo para a represa Joanes II, conforme visto anteriormente.

Portanto, para o Sistema Joanes, que não será objeto de intervenção nesta alternativa, serão considerados somente os custos de energia elétrica e de pessoal de operação do recalque Jacumirim – Joanes II, conforme planilha apresentada a seguir (**Quadro 1.113**).

**Quadro 1.113 - Custo de energia e pessoal de operação do recalque Jacumirim – Joanes II**

Potência total = 4.200 cv

Vazão nominal = 1.500 L/s

Potência útil = 2.800 cv

Taxa anual de Juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

| ANO          | VAZÕES<br>MÉDIAS DE<br>RECALQUE<br>(L/s) | CUSTO DE ENERGIA                         |                                                  |                                                  | CUSTO DE<br>PESSOAL<br>DE<br>OPERAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
|              |                                          | HORAS DE<br>FUNCIONA-<br>MENTO<br>DIÁRIO | CUSTO ANUAL<br>DE DEMANDA<br>DE ENERGIA<br>(R\$) | CUSTO ANUAL<br>DE CONSUMO<br>DE ENERGIA<br>(R\$) |                                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE    |
| 2015         | 1.290                                    | 20,6                                     | 575.782,99                                       | 2.656.369,06                                     | 493.376,93                                     | 3.725.528,97      | 3.725.528,97         |
| 2016         | 1.128                                    | 18,1                                     | 575.782,99                                       | 2.323.160,73                                     | 493.376,93                                     | 3.392.320,65      | 3.028.857,72         |
| 2017         | 987                                      | 15,8                                     | 575.782,99                                       | 2.031.749,22                                     | 493.376,93                                     | 3.100.909,14      | 2.472.025,78         |
| 2018         | 863                                      | 13,8                                     | 575.782,99                                       | 1.776.891,66                                     | 493.376,93                                     | 2.846.051,57      | 2.025.763,29         |
| 2019         | 755                                      | 12,1                                     | 575.782,99                                       | 1.554.002,79                                     | 493.376,93                                     | 2.623.162,70      | 1.667.067,32         |
| 2020         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 1.377.844,31         |
| 2021         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 1.230.218,13         |
| 2022         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 1.098.409,05         |
| 2023         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 980.722,36           |
| 2024         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 875.644,97           |
| 2025         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 781.825,86           |
| 2026         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 698.058,81           |
| 2027         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 623.266,79           |
| 2028         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 556.488,21           |
| 2029         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 496.864,47           |
| 2030         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 443.628,99           |
| 2031         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 396.097,31           |
| 2032         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 353.658,32           |
| 2033         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 315.766,35           |
| 2034         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 281.934,24           |
| 2035         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 251.727,00           |
| 2036         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 224.756,25           |
| 2037         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 200.675,23           |
| 2038         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 179.174,31           |
| 2039         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 159.977,06           |
| 2040         | 660                                      | 10,6                                     | 575.782,99                                       | 1.359.072,54                                     | 493.376,93                                     | 2.428.232,46      | 142.836,66           |
| <b>TOTAL</b> |                                          |                                          |                                                  |                                                  |                                                |                   | <b>24.588.817,78</b> |

**b) Segunda Etapa da adutora de Pedra do Cavalo**

A segunda etapa da adutora de Pedra do Cavalo foi prevista, no projeto original, com capacidade de 7000 L/s, compreendendo dois trechos, o primeiro com diâmetro de 2300 mm, entre o stand-pipe e o canal de água bruta e o segundo, com diâmetro de 2000 mm, entre o fim do canal e a ETA Principal.

Verificou-se, no entanto, que o déficit a ser coberto em fim de plano (2040) corresponde a uma vazão média de 4.557 L/s, que equivale a uma vazão máxima diária de 5.468 L/s. Tomando por base essa vazão foi determinado o diâmetro da segunda etapa da adutora de Pedra do Cavalo, com os dados geométricos do sistema adutor, conforme indicado a seguir.

**• Dimensionamento da 2a. Etapa da Adutora de Pedra do Cavalo**Trecho por gravidade entre o Canal e a ETA Principal

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| – Vazão média para atender ao déficit em 2040: | 4.557 L/s |
| – Coeficiente de máxima vazão diária:          | 1,2       |
| – Vazão máxima diária:                         | 5.468 L/s |
| – Cota do N.A. no início da adutora:           | 185,7 m   |
| – Cota do N.A. na ETA:                         | 122,6 m   |
| – Desnível:                                    | 63,1 m    |
| – Comprimento:                                 | 41.350 m  |
| – Rugosidade:                                  | 0,2 mm    |
| – Coeficiente de perda de carga (f):           | 0,0125    |
| – Diâmetro resultante da fórmula de Darcy:     | 1.825 mm  |
| – Espessura do tubo:                           | 12,70 mm  |
| – Diâmetro adotado:                            | 1.850 mm  |

Trecho por gravidade entre o *Stand pipe* e o Canal

A linha existente entre o *stand pipe* e o canal foi dimensionada para atender à necessidade da 1ª etapa (7.000 L/s), já implantada, de modo que será necessária uma nova linha para atender à 2ª etapa (5.468 L/s).

Admitindo para a nova adutora a mesma velocidade da tubulação existente DN 2300, resulta:

- Velocidade na adutora existente =  $7.000 / (\pi \times 2000^2 / 4)$
- Velocidade na adutora nova =  $5.468 / (\pi \times D^2 / 4)$
- Igualando as velocidades, obtém-se:  $D = (5.468 / 7.000 \times 2300^2)^{0,5} = 2.032 \text{ mm}$
- Adotado: DN 2000

Trecho por recalque entre a Elevatória da Captação e o *Stand pipe*

Para bombear a vazão média de 11.557 L/s para a ETA Principal, sendo 7.000 L/s pela adutora existente de DN 2000 mm e 4.557 L/s pela adutora de DN 1850 mm a implantar nesta alternativa I, será necessária a aquisição de três bombas EBARA mantendo as duas bombas FLOWSERVE (16 LN 35) existentes. O recalque funcionaria com sete bombas EBARA associadas em paralelo, ficando as duas bombas



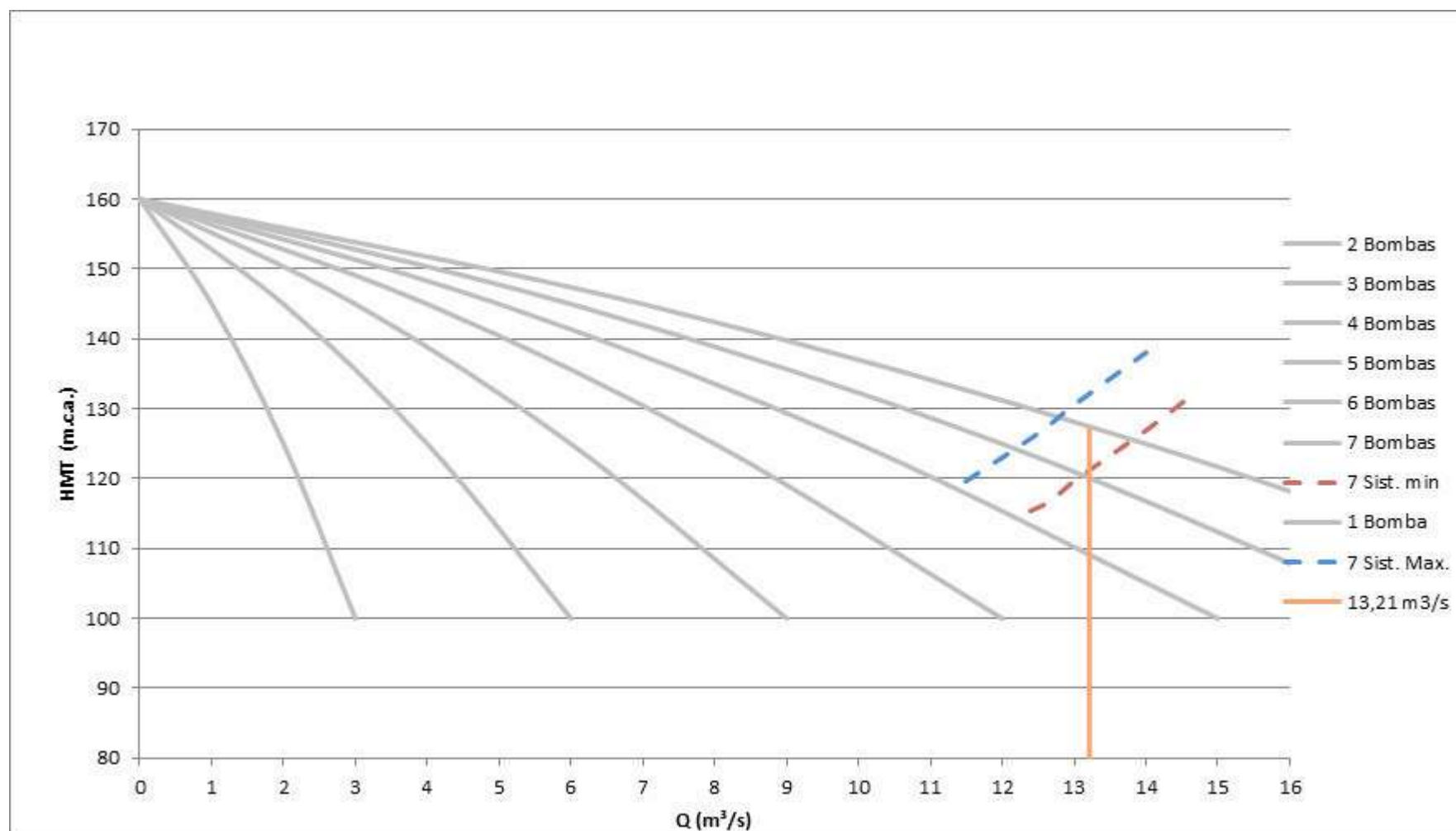
FLOWSERVE como reserva de cada bomba EBARA. A potência útil do recalque será de  $7 \times 5.000 = 35.000$  cv e a potência total será de  $7 \times 5.000 + 2 \times 2.100 = 39.200$  cv.

Nessas condições, a vazão recalcada será de  $(7.000 + 4.557) \times 24 / 21 = 13,21$  m<sup>3</sup>/s, correspondente ao funcionamento de 7 bombas EBARA no horário fora de ponta, com 2 bombas FLOWSERVE de reserva, conforme mostrado na **Figura 1.49**.

A potência útil será de  $7 \times 5.000 = 35.000$  cv e a potência total será de  $7 \times 5.000 + 2 \times 2.100 = 39.200$  cv. A potência adicional a ser acrescentada no recalque será de  $39.200 - 24.200 = 15.000$  cv.

Verificação da potência consumida pela bomba:

- Vazão de uma bomba =  $13.210 / 7 = 1.887$  L/s
- Cota do N.A. médio no *Stand pipe* = 229,00 m
- Cota do N.A. mínimo na captação = 105,00 m
- Altura geométrica de recalque = 124,00 m
- Perdas de carga:
  - Adutora DN 1800 mm; L = 38 m; v = 2,75 m/s; h = 0,10 m
  - Adutora DN 2300 mm; L = 392 m; v = 1,68 m/s; h = 0,32 m
  - Perdas localizadas (k = 5) h =  $5 \times 2,75^2 / 19,6 = 1,93$  m
  - Perda total =  $0,10 + 0,32 + 1,93 = 2,35$  m
  - Altura manométrica =  $124 + 2,35 = 126,35$  m
  - Rendimento estimado do conjunto motobomba = 70%
- Potência consumida =  $1.887 \times 126,35 / 75 / 0,70 = 4.541$  CV < 5.000 CV OK



**Figura 1.49** - Recalque da Captação de Pedra do Cavalo para o Canal de Água Bruta – Associação em paralelo de bombas EBARA

- **Estimativa de Custo da Duplicação Total da Adutora de Pedra do Cavalo**

O custo da duplicação total da adutora por gravidade, cuja implantação da obra é prevista para o ano 2020, compõe-se das parcelas indicadas no **Quadro 1.114** apresentado a seguir.

**Quadro 1.114** - Estimativa de custo da duplicação total da adutora por gravidade de Pedra do Cavalo – Alternativa I

| ITEM                                          | DESCRIÇÃO                                                                                                                                             | UNID. | QTDE.  | PREÇO UNIT. (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$)     |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------------------|-----------------------|
| <b>Custos de Investimento:</b>                |                                                                                                                                                       |       |        |                   |                       |
| 1                                             | Fornecimento e assentamento de tubulação de aço DN 1850 conforme norma AWWA                                                                           | m     | 41.350 | 9.245,07          | 382.283.437,75        |
| 2                                             | Fornecimento e assentamento de tubulação de aço DN 2000 conforme norma AWWA                                                                           | m     | 13.204 | 12.187,19         | 160.919.656,76        |
| 3                                             | Recuperação das bombas EBARA existentes                                                                                                               | un.   | 4      | 300.000,00        | 1.200.000,00          |
| 4                                             | Aquisição de conjunto motobomba EBARA, com motor de 5000 cv                                                                                           | un.   | 3      | 4.467.000,00      | 13.401.000,00         |
| 5                                             | Sistema Elétrico da ampliação da elevatória de captação de Pedra do Cavalo (subestação, painel de comando), conforme <b>Apêndice 3, item 2.1.13</b>   | Verba |        |                   | 9.600.000,00          |
| 6                                             | Total dos investimentos em 2020                                                                                                                       |       |        |                   | 567.404.094,51        |
| 7                                             | Investimentos em valor presente (2015)                                                                                                                |       |        |                   | 506.610.798,67        |
| <b>Custos de Operação, em valor presente:</b> |                                                                                                                                                       |       |        |                   |                       |
| 8                                             | Custo incremental de energia, custo de pessoal de operação e custo de manutenção na elevatória da captação de Pedra do Cavalo ( <b>Quadro 1.115</b> ) |       |        |                   | 159.382.233,38        |
| 9                                             | Custo de produtos químicos usados no tratamento da água (                                                                                             |       |        |                   | 162.746.201,06        |
| 10                                            | Total dos custos de operação                                                                                                                          |       |        |                   | 322.128.434,44        |
| <b>TOTAL EM VALOR PRESENTE (7 + 10)</b>       |                                                                                                                                                       |       |        |                   | <b>828.739.233,11</b> |

**Nota:** Mês de referência da estimativa – Julho/2014 (data da planilha de custos da EMBASA disponível na ocasião da estimativa)

O custo do fornecimento e assentamento da tubulação foi estimado conforme apresentado a seguir, a partir do critério de custo para tubulações de aço constante do **Apêndice 3, Quadro 4**.

Trecho *Stand pipe* – Canal:

- Extensão do trecho a ser duplicado: L = 13.204 m
- Custo de fornecimento e assentamento de tubo de aço DN 2000 = R\$ 12.187,19 / m (**Apêndice 3, Quadro 4**)
- Custo da duplicação = 13.204 m x 12.187,19 R\$ / m = R\$ 160.919.656,76

Trecho Canal – ETA Principal:

- Extensão do trecho a ser duplicado: L = 41.350 m
- Custo de fornecimento e assentamento de tubo de aço DN 1850 = R\$ 9.245,07 / m (valor médio entre DN 1800 e DN 1900, **Apêndice 3, Quadro 4**)
- Custo da duplicação = 41.350 m x 9.245,07 R\$ / m = R\$ 382.283.437,75

Seguem as planilhas de custos em valor presente de energia, pessoal de operação, manutenção e produtos químicos, assim como o gráfico com as curvas das bombas e dos sistemas.

O **Quadro 1.115** mostra o custo incremental de energia na elevatória de captação do sistema adutor Pedra do Cavalo, correspondente ao aumento de 15.000 cv na potência instalada, e as despesas com manutenção e pessoal de operação. O quadro subsequente mostra o custo de produtos químicos consumidos pelo tratamento na ETA Principal para a vazão de água bruta proveniente de Pedra do Cavalo.

**Quadro 1.115 - Custo do acréscimo de energia e manutenção na elevatória de captação em Pedra do Cavalo**

Incremento de potência total FP = 15.000 CV

Vazão nominal = 13.210 L/s

Incremento de potência útil FP = 15.000 CV

Taxa anual de juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

Custo de investimento em adutoras = R\$ 543.203.094,51

Custo de investimento na elevatória (3 bombas) = R\$ 24.201.000,00

| ANO          | VAZÕES DA<br>ADUTORA<br>POR<br>GRAVIDADE<br>(L/s) | CUSTO DO ACRÉSCIMO DE ENERGIA   |                              |                              | CUSTO DE<br>MANUTEN-<br>ÇÃO (R\$) | CUSTO DE<br>PESSOAL<br>DE<br>OPERAÇÃO<br>(R\$) | CUSTO ANUAL (R\$) |                       |
|--------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|              |                                                   | FUNC.<br>FORA<br>PONTA<br>(H/D) | CUSTO DA<br>DEMANDA<br>(R\$) | CUSTO DO<br>CONSUMO<br>(R\$) |                                   |                                                | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE     |
| 2015         | 7.000                                             | 0,0                             | 0,00                         | 0,00                         | 0,00                              | 493376,93                                      | 493.376,93        | 493.376,93            |
| 2016         | 5.099                                             | 9,3                             | 2.056.367,81                 | 6.387.171,52                 | 6.642.080,95                      | 493376,93                                      | 15.578.997,20     | 13.909.818,93         |
| 2017         | 5.519                                             | 10,0                            | 2.056.367,81                 | 6.913.708,06                 | 6.642.080,95                      | 493376,93                                      | 16.105.533,74     | 12.839.232,89         |
| 2018         | 5.974                                             | 10,9                            | 2.056.367,81                 | 7.483.650,47                 | 6.642.080,95                      | 493376,93                                      | 16.675.476,15     | 11.869.274,55         |
| 2019         | 6.467                                             | 11,7                            | 2.056.367,81                 | 8.100.576,98                 | 6.642.080,95                      | 493376,93                                      | 17.292.402,66     | 10.989.634,51         |
| 2020         | 10.402                                            | 18,9                            | 2.056.367,81                 | 13.029.588,58                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.221.414,26     | 12.609.027,23         |
| 2021         | 10.476                                            | 19,0                            | 2.056.367,81                 | 13.122.571,83                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.314.397,52     | 11.305.168,23         |
| 2022         | 10.551                                            | 19,2                            | 2.056.367,81                 | 13.216.218,64                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.408.044,33     | 10.136.261,27         |
| 2023         | 10.626                                            | 19,3                            | 2.056.367,81                 | 13.310.533,75                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.502.359,43     | 9.088.325,56          |
| 2024         | 10.702                                            | 19,4                            | 2.056.367,81                 | 13.405.521,91                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.597.347,60     | 8.148.830,08          |
| 2025         | 10.778                                            | 19,6                            | 2.056.367,81                 | 13.501.187,94                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.693.013,63     | 7.306.543,05          |
| 2026         | 10.838                                            | 19,7                            | 2.056.367,81                 | 13.576.250,68                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.768.076,37     | 6.545.277,89          |
| 2027         | 10.899                                            | 19,8                            | 2.056.367,81                 | 13.651.730,75                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.843.556,43     | 5.863.371,97          |
| 2028         | 10.959                                            | 19,9                            | 2.056.367,81                 | 13.727.630,46                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.919.456,14     | 5.252.547,80          |
| 2029         | 11.020                                            | 20,0                            | 2.056.367,81                 | 13.803.952,15                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 22.995.777,84     | 4.705.391,75          |
| 2030         | 11.081                                            | 20,1                            | 2.056.367,81                 | 13.880.698,17                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.072.523,86     | 4.215.263,85          |
| 2031         | 11.130                                            | 20,2                            | 2.056.367,81                 | 13.942.065,85                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.133.891,53     | 3.773.638,83          |
| 2032         | 11.180                                            | 20,3                            | 2.056.367,81                 | 14.003.704,84                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.195.530,52     | 3.378.297,76          |
| 2033         | 11.229                                            | 20,4                            | 2.056.367,81                 | 14.065.616,34                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.257.442,02     | 3.024.388,23          |
| 2034         | 11.279                                            | 20,5                            | 2.056.367,81                 | 14.127.801,55                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.319.627,23     | 2.707.566,76          |
| 2035         | 11.328                                            | 20,6                            | 2.056.367,81                 | 14.190.261,69                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.382.087,37     | 2.423.945,36          |
| 2036         | 11.374                                            | 20,7                            | 2.056.367,81                 | 14.247.140,54                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.438.966,23     | 2.169.501,61          |
| 2037         | 11.419                                            | 20,7                            | 2.056.367,81                 | 14.304.247,38                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.496.073,06     | 1.941.774,46          |
| 2038         | 11.465                                            | 20,8                            | 2.056.367,81                 | 14.361.583,12                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.553.408,80     | 1.737.957,89          |
| 2039         | 11.511                                            | 20,9                            | 2.056.367,81                 | 14.419.148,68                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.610.974,36     | 1.555.540,65          |
| 2040         | 11.557                                            | 21,0                            | 2.056.367,81                 | 14.476.944,98                | 6.642.080,95                      | 493.376,93                                     | 23.668.770,66     | 1.392.275,35          |
| <b>TOTAL</b> |                                                   |                                 |                              |                              |                                   |                                                |                   | <b>159.382.233,38</b> |



Quadro 1.116 - Custo de Produtos Químicos Usados no Tratamento da Água na ETA Principal

| ANO   | ETA PRINCIPAL                             |                                                      | CUSTO DE PRODUTOS QUIMICOS (R\$) |                |
|-------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
|       | VAZÃO FORNECIDA POR PEDRA DO CAVALO (L/s) | TRATAMENTO COMPLETO - CUSTO POR m <sup>3</sup> (R\$) | TOTAL                            | VALOR PRESENTE |
| 2015  | 7.708                                     | 0,0708647                                            | 17.224.784,04                    | 17.224.784,04  |
| 2016  | 7.795                                     | 0,0708647                                            | 17.419.310,39                    | 15.552.955,71  |
| 2017  | 7.883                                     | 0,0708647                                            | 17.616.033,61                    | 14.043.394,14  |
| 2018  | 7.972                                     | 0,0708647                                            | 17.814.978,51                    | 12.680.349,82  |
| 2019  | 8.062                                     | 0,0708647                                            | 18.016.170,17                    | 11.449.601,84  |
| 2020  | 8.153                                     | 0,0708647                                            | 18.219.633,96                    | 10.338.309,61  |
| 2021  | 8.224                                     | 0,0708647                                            | 18.379.811,40                    | 9.311.784,45   |
| 2022  | 8.297                                     | 0,0708647                                            | 18.541.397,03                    | 8.387.186,40   |
| 2023  | 8.370                                     | 0,0708647                                            | 18.704.403,23                    | 7.554.394,76   |
| 2024  | 8.443                                     | 0,0708647                                            | 18.868.842,51                    | 6.804.293,77   |
| 2025  | 8.517                                     | 0,0708647                                            | 19.034.727,44                    | 6.128.672,80   |
| 2026  | 8.573                                     | 0,0708647                                            | 19.159.010,23                    | 5.507.757,62   |
| 2027  | 8.629                                     | 0,0708647                                            | 19.284.104,50                    | 4.949.749,32   |
| 2028  | 8.685                                     | 0,0708647                                            | 19.410.015,54                    | 4.448.274,59   |
| 2029  | 8.742                                     | 0,0708647                                            | 19.536.748,69                    | 3.997.605,86   |
| 2030  | 8.799                                     | 0,0708647                                            | 19.664.309,31                    | 3.592.595,79   |
| 2031  | 8.845                                     | 0,0708647                                            | 19.765.836,68                    | 3.224.236,13   |
| 2032  | 8.890                                     | 0,0708647                                            | 19.867.888,24                    | 2.893.645,49   |
| 2033  | 8.936                                     | 0,0708647                                            | 19.970.466,70                    | 2.596.951,30   |
| 2034  | 8.982                                     | 0,0708647                                            | 20.073.574,77                    | 2.330.678,07   |
| 2035  | 9.029                                     | 0,0708647                                            | 20.177.215,19                    | 2.091.706,63   |
| 2036  | 9.070                                     | 0,0708647                                            | 20.270.365,42                    | 1.876.217,15   |
| 2037  | 9.112                                     | 0,0708647                                            | 20.363.945,69                    | 1.682.927,59   |
| 2038  | 9.154                                     | 0,0708647                                            | 20.457.957,98                    | 1.509.550,90   |
| 2039  | 9.197                                     | 0,0708647                                            | 20.552.404,29                    | 1.354.035,62   |
| 2040  | 9.239                                     | 0,0708647                                            | 20.647.286,62                    | 1.214.541,67   |
| TOTAL |                                           |                                                      |                                  | 162.746.201,06 |

**g) Ampliação da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**h) Ampliação da elevatória de água tratada da ETA Principal**

Conforme descrito na **Alternativa A**.

**i) Resumo dos custos da alternativa H**

O **Quadro 1.117** a seguir sintetiza os custos da alternativa H, incluindo investimentos e os custos operacionais eleitos para fins de comparação das alternativas.

**Quadro 1.117 - Resumo dos Custos da Alternativa I**

| ITEM  | DESCRIÇÃO                                                       | CUSTO EM VALOR PRESENTE (R\$) |                |                |
|-------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
|       |                                                                 | Investimentos                 | Operacionais   | Total          |
| 1     | Sistema Adutor de Santa Helena (Recalque Jacumirim - Joanes II) |                               | 24.588.817,78  | 24.588.817,78  |
| 2     | Sistema Adutor Pedra do Cavalo (4.557 L/s)                      | 506.610.798,67                | 322.128.434,44 | 828.739.233,11 |
| 3     | Ampliação da ETA Principal                                      | 104.654.568,30                |                | 104.654.568,30 |
| 4     | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal        | 20.494.136,00                 |                | 20.494.136,00  |
| TOTAL |                                                                 | 631.759.502,97                | 346.717.252,21 | 978.476.755,18 |

**Nota:** mês de referência da estimativa de custo – Julho 2014

#### 1.1.4 Análise Econômico-Financeira das Alternativas

A análise econômica sempre é uma importante ferramenta de auxílio aos gestores públicos para a tomada de decisão quanto à implementação de um determinado empreendimento. É um dos critérios mais analisados para verificar a viabilidade econômica, financeira e de sustentabilidade do investimento, e o seu objetivo sempre será o de garantir maiores benefícios com menores custos.

Resumidamente, as alternativas identificadas para aumento da oferta hídrica no SIAA de Salvador, em 4,56 m³/s, foram:

- **Alternativa A:** aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m (2,55 m³/s, de imediato); inserção de *booster* na adutora de Pedra do Cavalo (1,50 m³/s, ano 2020); poços no aquífero São Sebastião (0,51 m³/s, ano 2029);
- **Alternativa B:** aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m (2,55 m³/s, de imediato); duplicação de 17 km da adutora de Pedra do Cavalo (1,50 m³/s, ano 2020); poços no aquífero São Sebastião (0,51 m³/s, ano 2029);
- **Alternativa C:** aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m (2,55 m³/s, de imediato); inserção de *booster* na adutora de Pedra do Cavalo (1,50 m³/s, ano 2020); captação a fio d'água no rio Pojuca e reversão para Santa Helena (0,51 m³/s, ano 2029);
- **Alternativa D:** aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m (2,55 m³/s, de imediato); duplicação de 17 km da adutora de Pedra do Cavalo (1,50 m³/s, ano 2020); captação a fio d'água no rio Pojuca e reversão para Santa Helena (0,51 m³/s, ano 2029);
- **Alternativa E:** aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m (2,55 m³/s, de imediato); poços no aquífero São Sebastião (1,50 m³/s, ano 2020); captação a fio d'água no rio Pojuca e reversão para Santa Helena (0,51 m³/s, ano 2029);
- **Alternativa F:** aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m (2,55 m³/s, de imediato); captação em barragem de acumulação no rio Pojuca e reversão para Santa Helena (2,01 m³/s, ano 2020);
- **Alternativa G:** aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m (2,55 m³/s, de imediato); duplicação de 23 km da adutora de Pedra do Cavalo (2,01 m³/s, ano 2020);
- **Alternativa H:** aproveitamento de Santa Helena na cota 10,00 m (2,55 m³/s, de imediato); poços no aquífero São Sebastião (2,01 m³/s, ano 2020);
- **Alternativa I:** duplicação total da adutora de Pedra do Cavalo (trechos *stand pipe* - canal e canal - ETA Principal).

O **Quadro 1.118** a seguir apresenta os custos totais das alternativas, em valor presente, incluindo os investimentos em obras, materiais e equipamentos e os custos operacionais com energia elétrica, pessoal de operação, manutenção e produtos químicos empregados no tratamento da água, conforme apresentado na descrição das alternativas.

O **Quadro 1.119**, apresentado na sequência, mostra a classificação das alternativas pelo custo total, do menor para o maior, incluindo investimento e operação. Este quadro é retratado graficamente na **Figura 1.50**.

A **Figura 1.51** mostra os custos operacionais das alternativas, conforme sua natureza (energia elétrica, manutenção, pessoal de operação, manutenção e produtos químicos empregados no tratamento da água), sendo as alternativas apresentadas na ordem do menor para o maior custo total.

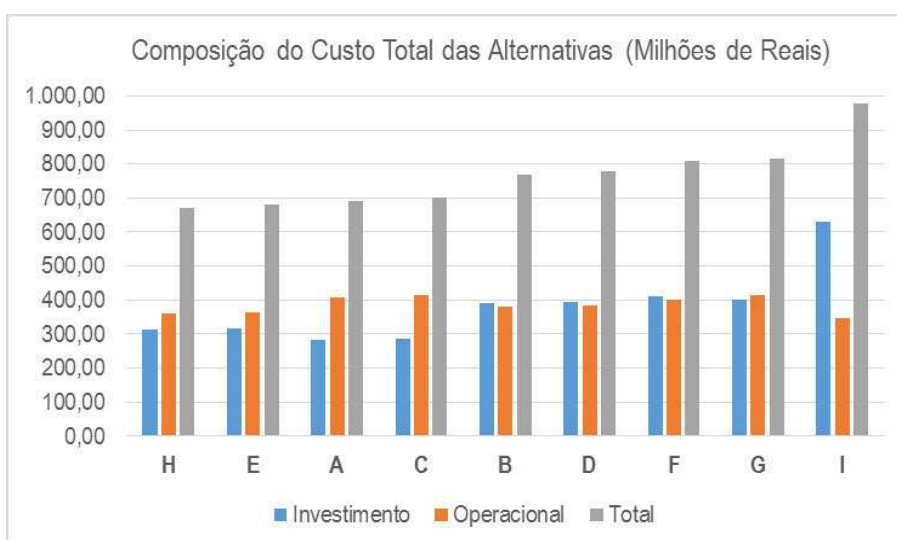
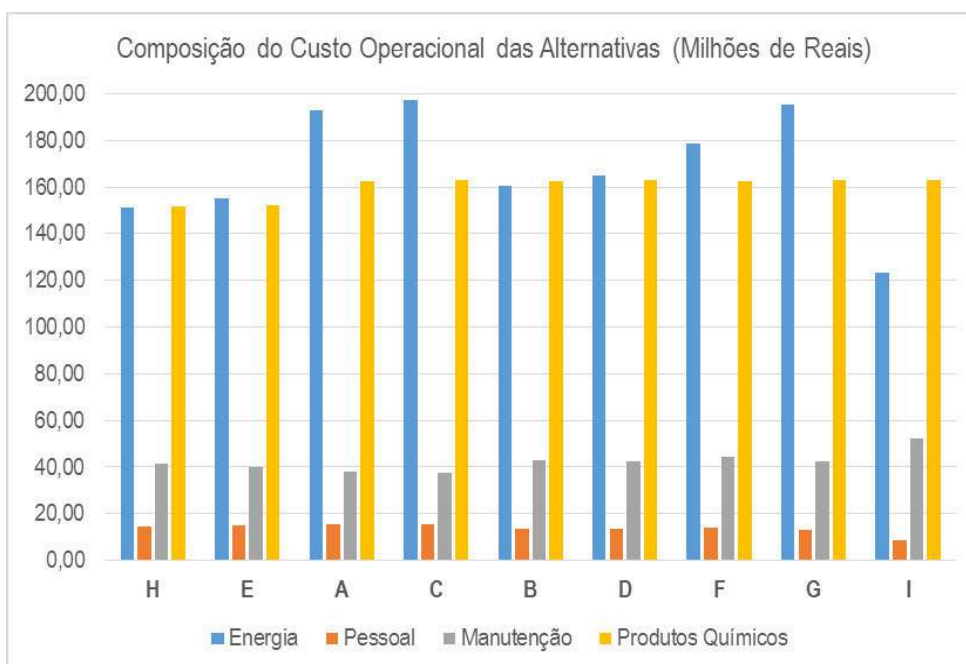
Quadro 1.118 - Caracterização Geral dos Custos das Alternativas

| ALTERNATIVAS | INTERVENÇÕES                                                                                                       | CUSTOS DE INVESTIMENTO (R\$) | CUSTOS DE OPERAÇÃO (R\$) |                      |                      |                       |                       | CUSTOS TOTAIS (R\$)   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|              |                                                                                                                    |                              | ENERGIA                  | PESSOAL              | MANUTENÇÃO           | PRODUTOS QUÍMICOS     | OPERACIONAL TOTAL     |                       |
| A            | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                                                                         | 121.384.523,86               | 121.468.582,50           | 8.726.001,65         | 24.827.172,02        | 40.568.151,38         | 195.589.907,55        | 316.974.431,41        |
|              | Inserção de <i>booster</i> na Adutora de Pedra do Cavalo (1.500 L/s)                                               | 26.330.308,39                | 69.879.118,94            | 6.426.682,88         | 11.150.153,12        | 121.544.593,54        | 209.000.548,49        | 235.330.856,88        |
|              | Poços no Aquífero São Sebastião (507 L/s)                                                                          | 9.698.425,55                 | 1.509.174,59             | 439.267,09           | 1.878.648,36         | 208.305,98            | 4.035.396,02          | 13.733.821,57         |
|              | Ampliação da ETA Principal                                                                                         | 104.654.568,30               |                          |                      |                      |                       |                       | 104.654.568,30        |
|              | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal                                                           | 20.494.136,00                |                          |                      |                      |                       |                       | 20.494.136,00         |
|              | <b>TOTAL</b>                                                                                                       | <b>282.561.962,09</b>        | <b>192.856.876,03</b>    | <b>15.591.951,62</b> | <b>37.855.973,51</b> | <b>162.321.050,91</b> | <b>408.625.852,07</b> | <b>691.187.814,16</b> |
| B            | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                                                                         | 121.384.523,86               | 121.468.582,50           | 8.726.001,65         | 24.827.172,02        | 40.568.151,38         | 195.589.907,55        | 316.974.431,41        |
|              | Duplicação 17.130 m da Adutora de Pedra do Cavalo (1.500 L/s)                                                      | 133.383.081,69               | 37.528.706,60            | 4.363.000,83         | 16.352.495,74        | 121.544.593,54        | 179.788.796,71        | 313.171.878,41        |
|              | Poços no Aquífero São Sebastião (507 L/s)                                                                          | 9.698.425,55                 | 1.509.174,59             | 439.267,09           | 1.878.648,36         | 208.305,98            | 4.035.396,02          | 13.733.821,57         |
|              | Ampliação da ETA Principal                                                                                         | 104.654.568,30               |                          |                      |                      |                       |                       | 104.654.568,30        |
|              | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal                                                           | 20.494.136,00                |                          |                      |                      |                       |                       | 20.494.136,00         |
|              | <b>TOTAL</b>                                                                                                       | <b>389.614.735,40</b>        | <b>160.506.463,69</b>    | <b>13.528.269,57</b> | <b>43.058.316,12</b> | <b>162.321.050,91</b> | <b>379.414.100,29</b> | <b>769.028.835,69</b> |
| C            | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                                                                         | 125.118.578,59               | 127.040.905,17           | 8.726.001,65         | 25.197.004,59        | 40.568.151,38         | 201.532.062,79        | 326.650.641,38        |
|              | Inserção de <i>booster</i> na Adutora de Pedra do Cavalo (1.500 L/s)                                               | 26.330.308,39                | 69.879.118,94            | 6.426.682,88         | 11.150.153,12        | 121.544.593,54        | 209.000.548,49        | 235.330.856,88        |
|              | Captação a fio d'água no rio Pojuca (507 L/s)                                                                      | 11.530.838,50                | 504.134,13               | 238.284,97           | 1.054.832,90         | 627.213,02            | 2.424.465,02          | 13.955.303,52         |
|              | Ampliação da ETA Principal                                                                                         | 104.654.568,30               |                          |                      |                      |                       |                       | 104.654.568,30        |
|              | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal                                                           | 20.494.136,00                |                          |                      |                      |                       |                       | 20.494.136,00         |
|              | <b>TOTAL</b>                                                                                                       | <b>288.128.429,77</b>        | <b>197.424.158,24</b>    | <b>15.390.969,51</b> | <b>37.401.990,61</b> | <b>162.739.957,95</b> | <b>412.957.076,31</b> | <b>701.085.506,08</b> |
| D            | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                                                                         | 125.118.578,59               | 127.040.905,17           | 8.726.001,65         | 25.197.004,59        | 40.568.151,38         | 201.532.062,79        | 326.650.641,38        |
|              | Duplicação de 17.130 m da Adutora de Pedra do Cavalo (1.500 L/s)                                                   | 133.383.081,69               | 37.528.706,60            | 4.363.000,83         | 16.352.495,74        | 121.544.593,54        | 179.788.796,71        | 313.171.878,41        |
|              | Captação a fio d'água no rio Pojuca (507 L/s)                                                                      | 11.530.838,50                | 504.134,13               | 238.284,97           | 1.054.832,90         | 627.213,02            | 2.424.465,02          | 13.955.303,52         |
|              | Ampliação da ETA Principal                                                                                         | 104.654.568,30               |                          |                      |                      |                       |                       | 104.654.568,30        |
|              | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal                                                           | 20.494.136,00                |                          |                      |                      |                       |                       | 20.494.136,00         |
|              | <b>TOTAL</b>                                                                                                       | <b>395.181.203,08</b>        | <b>165.073.745,90</b>    | <b>13.327.287,45</b> | <b>42.604.333,23</b> | <b>162.739.957,95</b> | <b>383.745.324,53</b> | <b>778.926.527,61</b> |
| E            | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                                                                         | 125.118.578,59               | 127.040.905,17           | 8.726.001,65         | 25.197.004,59        | 40.568.151,38         | 201.532.062,79        | 326.650.641,38        |
|              | Poços no Aquífero São Sebastião (1.500 L/s)                                                                        | 57.516.918,48                | 27.722.999,09            | 1.642.414,02         | 13.908.382,53        | 5.084.322,86          | 48.358.118,51         | 105.875.036,99        |
|              | Captação a fio d'água no rio Pojuca (507 L/s)                                                                      | 11.530.838,50                | 504.134,13               | 238.284,97           | 1.054.832,90         | 627.213,02            | 2.424.465,02          | 13.955.303,52         |
|              | Sistema Adutor de Pedra do Cavalo (recuperação bombas EBARA, pessoal de operação, produtos químicos no tratamento) | 680.912,23                   |                          | 4.363.000,83         |                      | 105.833.386,44        | 110.196.387,27        | 110.877.299,50        |
|              | Ampliação da ETA Principal                                                                                         | 102.045.428,55               |                          |                      |                      |                       |                       | 102.045.428,55        |
|              | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal                                                           | 20.494.136,00                |                          |                      |                      |                       |                       | 20.494.136,00         |
|              | <b>TOTAL</b>                                                                                                       | <b>317.386.812,35</b>        | <b>155.268.038,39</b>    | <b>14.969.701,48</b> | <b>40.160.220,02</b> | <b>152.113.073,71</b> | <b>362.511.033,60</b> | <b>679.897.845,95</b> |
| F            | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                                                                         | 216.791.698,61               | 169.609.371,55           | 8.726.001,65         | 36.717.306,30        | 40.568.151,38         | 255.620.830,89        | 472.412.529,50        |
|              | Barragem de acumulação no rio Pojuca (2.007 L/s)                                                                   | 67.578.900,81                | 9.104.855,91             | 942.530,81           | 7.879.434,19         | 16.036.442,23         | 33.963.263,15         | 101.542.163,96        |
|              | Sistema Adutor de Pedra do Cavalo (recuperação bombas EBARA, pessoal de operação, produtos químicos no tratamento) | 680.912,23                   |                          | 4.363.000,83         |                      | 105.833.386,44        | 110.196.387,27        | 110.877.299,50        |
|              | Ampliação da ETA Principal                                                                                         | 104.654.568,30               |                          |                      |                      |                       |                       | 104.654.568,30        |
|              | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal                                                           | 20.494.136,00                |                          |                      |                      |                       |                       | 20.494.136,00         |
|              | <b>TOTAL</b>                                                                                                       | <b>410.200.215,94</b>        | <b>178.714.227,47</b>    | <b>14.031.533,29</b> | <b>44.596.740,49</b> | <b>162.437.980,06</b> | <b>399.780.481,32</b> | <b>809.980.697,26</b> |
| G            | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                                                                         | 121.384.523,86               | 121.468.582,50           | 8.726.001,65         | 24.827.172,02        | 40.568.151,38         | 195.589.907,55        | 316.974.431,41        |
|              | Duplicação de 20.370 m da Adutora de Pedra do Cavalo (2.007 L/s)                                                   | 154.597.750,76               | 73.756.382,94            | 4.363.000,83         | 17.745.766,07        | 122.172.623,71        | 218.037.773,55        | 372.635.524,31        |
|              | Ampliação da ETA Principal                                                                                         | 104.654.568,30               |                          |                      |                      |                       |                       | 104.654.568,30        |
|              | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal                                                           | 20.494.136,00                |                          |                      |                      |                       |                       | 20.494.136,00         |
|              | <b>TOTAL</b>                                                                                                       | <b>401.130.978,92</b>        | <b>195.224.965,44</b>    | <b>13.089.002,48</b> | <b>42.572.938,09</b> | <b>162.740.775,10</b> | <b>413.627.681,10</b> | <b>814.758.660,02</b> |
| H            | Sistema Adutor de Santa Helena (2.550 L/s)                                                                         | 121.384.523,86               | 121.468.582,50           | 8.726.001,65         | 24.827.172,02        | 40.568.151,38         | 195.589.907,55        | 316.974.431,41        |
|              | Poços no Aquífero São Sebastião (2.007 L/s)                                                                        | 68.771.625,94                | 29.597.137,29            | 1.523.926,19         | 16.740.339,06        | 5.329.773,56          | 53.191.176,10         | 121.962.802,04        |
|              | Sistema Adutor de Pedra do Cavalo (recuperação bombas EBARA, pessoal de operação, produtos químicos no tratamento) | 680.912,23                   |                          | 4.363.000,83         |                      | 105.833.386,44        | 110.196.387,27        | 110.877.299,50        |
|              | Ampliação da ETA Principal                                                                                         | 102.045.428,55               |                          |                      |                      |                       |                       | 102.045.428,55        |
|              | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal                                                           | 20.494.136,00                |                          |                      |                      |                       |                       | 20.494.136,00         |
|              | <b>TOTAL</b>                                                                                                       | <b>313.376.626,58</b>        | <b>151.065.719,78</b>    | <b>14.612.928,68</b> | <b>41.567.511,08</b> | <b>151.731.311,39</b> | <b>358.977.470,92</b> | <b>672.354.097,50</b> |
| I            | Sistema Adutor de Santa Helena (recalque Jacumirim - Joanes II)                                                    |                              | 20.225.816,95            | 4.363.000,83         |                      |                       | 24.588.817,78         | 24.588.817,78         |
|              | Sistema Adutor Pedra do Cavalo (4.557 L/s)                                                                         | 506.610.798,67               | 102.924.467,71           | 4.363.000,83         | 52.094.764,85        | 162.746.201,06        | 322.128.434,44        | 828.739.233,11        |
|              | Ampliação da ETA Principal                                                                                         | 104.654.568,30               |                          |                      |                      |                       |                       | 104.654.568,30        |
|              | Ampliação da Elevatória de Água Tratada da ETA Principal                                                           | 20.494.136,00                |                          |                      |                      |                       |                       | 20.494.136,00         |
|              | <b>TOTAL</b>                                                                                                       | <b>631.759.502,97</b>        | <b>123.150.284,65</b>    | <b>8.726.001,65</b>  | <b>52.094.764,85</b> | <b>162.746.201,06</b> | <b>346.717.252,21</b> | <b>978.476.755,18</b> |



**Quadro 1.119 - Resumo dos custos e classificação das alternativas pelo custo total (do menor para o maior)**

| ALTERNATIVAS | Investimento   |               | Operacional    |               | Total          |               |
|--------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
|              | Valor (R\$)    | Classificação | Valor (R\$)    | Classificação | Valor (R\$)    | Classificação |
| H            | 313.376.626,58 | 3             | 358.977.470,92 | 2             | 672.354.097,50 | 1             |
| E            | 317.386.812,35 | 4             | 362.511.033,60 | 3             | 679.897.845,95 | 2             |
| A            | 282.561.962,09 | 1             | 408.625.852,07 | 7             | 691.187.814,16 | 3             |
| C            | 288.128.429,77 | 2             | 412.957.076,31 | 8             | 701.085.506,08 | 4             |
| B            | 389.614.735,40 | 5             | 379.414.100,29 | 4             | 769.028.835,69 | 5             |
| D            | 395.181.203,08 | 6             | 383.745.324,53 | 5             | 778.926.527,61 | 6             |
| F            | 410.200.215,94 | 8             | 399.780.481,32 | 6             | 809.980.697,26 | 7             |
| G            | 401.130.978,92 | 7             | 413.627.681,10 | 9             | 814.758.660,02 | 8             |
| I            | 631.759.502,97 | 9             | 346.717.252,21 | 1             | 978.476.755,18 | 9             |

**Figura 1.50 - Composição do custo total das alternativas, ordenadas pelo custo total, do menor para o maior****Figura 1.51 - Composição do custo operacional das alternativas, ordenadas pelo custo total, do menor para o maior**

Com base nos quadros e figuras anteriores, verifica-se que a **Alternativa H** é a de menor custo, totalizando o montante de R\$ 672.354.097,50. Seus custos de investimento e operação posicionam-se em terceiro lugar e segundo lugar, respectivamente, entre o conjunto de alternativas consideradas.

A **Alternativa A** é a alternativa de menor custo de investimento, mas situa-se entre as de maior custo operacional, apresentando maior custo total do que a **Alternativa H**. Além disso, seu custo com energia encontra-se em patamar bem mais elevado do que a maior parte das alternativas, superando o custo de energia da **Alternativa H** em mais de R\$ 40 milhões.

A **Alternativa I** é a alternativa de menor custo operacional, mas o seu custo de investimento supera expressivamente todas as demais alternativas, tornando-a inviável economicamente.

Em razão dos vultosos custos das intervenções previstas para o SIAA de Salvador, a implantação por etapas é desejável, uma vez que possibilita melhor equacionamento dos custos de ampliação. Além disso, existe a expectativa de redução de perdas na distribuição, a partir de medidas previstas no presente Plano, que poderão resultar na diminuição das demandas de água bruta previstas para fim de plano, possibilitando a revisão de etapas posteriores, antes de sua implantação. Com isso, importa saber os custos das alternativas na etapa inicial.

Oito alternativas (**A/B/C/D/E/F/G/H**) têm a possibilidade de implantação por etapas; apenas a **Alternativa I** está prevista para implantação em etapa única. Todas as alternativas previstas de serem implantadas por etapas têm em comum a primeira etapa, que consiste na ampliação imediata do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II, visando obter o aproveitamento máximo da disponibilidade existente na represa de Santa Helena a partir de uma nova captação com tomada de água na cota 10,00 m. Embora comum às oito alternativas, o custo desta intervenção varia conforme a alternativa, sendo mais elevado para as alternativas que admitem em etapa posterior a reversão de águas do rio Pojuca para Santa Helena, pois essa concepção significa maior vazão a ser veiculada pelo Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II, requerendo maior capacidade de suas estruturas, previstas para serem implantadas já na primeira etapa com capacidade para atender as vazões de fim de plano. Conforme mostrado no **Quadro 1.118**, as **Alternativas A/B/G/H** apresentam o menor custo da primeira etapa (ampliação do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II), com valor de R\$ 316.974.431,41. Nestas alternativas, as intervenções previstas em etapas posteriores não envolvem reforço de Santa Helena a partir do rio Pojuca.

Considerando que a **Alternativa H** apresenta o menor custo total, o segundo melhor custo operacional e primeira etapa com menor custo, a mesma foi eleita como melhor alternativa no aspecto econômico-financeiro.

O processo de seleção da melhor alternativa deve considerar, também, a análise das alternativas sob diversos aspectos estratégicos, que são tratados no estudo de Avaliação Ambiental Estratégica, objeto de relatório específico que integra os documentos do presente Plano.

### 1.1.5 Adequação dos Sistemas Adutores de Água Bruta para as ETA's do Parque da Bolandeira

Conforme já mencionado, em razão de limitações para ampliação, as ETA's do Parque da Bolandeira deverão funcionar ao longo de todo o período de alcance do presente Plano (2015-2040) com vazões correspondentes às suas atuais capacidades, avaliadas em 3.360 L/s na sua totalidade, incluindo as perdas referentes ao consumo de água nas operações de lavagem dos filtros e remoção de lodo dos decantadores. Admitiu-se no cálculo da demanda de água bruta que 5% das vazões captadas nos mananciais serão perdidos nos sistemas adutores de água bruta. Assim, os dois sistemas adutores de água bruta que alimentam as ETA's do Parque da Bolandeira, a partir das captações existentes nas represas de Ipitanga I e Joanes I, deverão, em conjunto, atender a vazão total de água bruta de 3.537 L/s. Esta forma de funcionamento foi prevista em todas as alternativas de mananciais consideradas, razão pela qual as intervenções necessárias na ETA Bolandeira não constituíram elementos decisórios para a seleção das alternativas analisadas no item anterior.

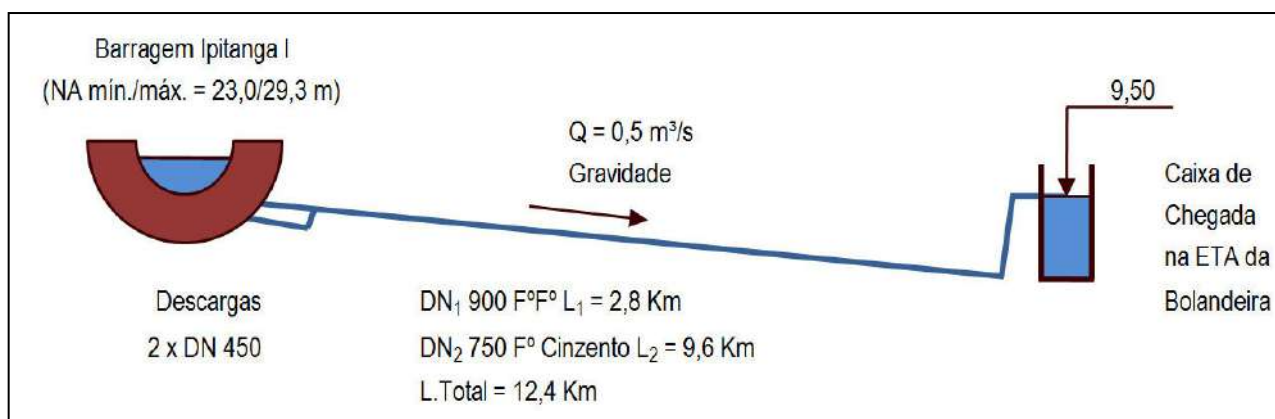
Portanto, apresenta-se a seguir a avaliação dos dois sistemas adutores de água bruta que atendem as ETA's do Parque da Bolandeira quanto às suas atuais condições e adequações necessárias para viabilizar o atendimento durante o período de alcance do plano.

As ETA's do Parque da Bolandeira são atualmente atendidas pelas adutoras existentes, e hidráulicamente independentes, que aduzem água bruta a partir das represas de Ipitanga I e Joanes I, sendo as águas reunidas numa caixa (torre) de chegada, com cota de NA = 9,5 m.

Estes sistemas, cuja situação atual foi apresentada na fase de diagnóstico, são descritos sucintamente a seguir.

- **Sistema Adutor Ipitanga I - Bolandeira:**

Este sistema é constituído da adutora Ipitanga I - Bolandeira, a qual possui 12.400 m de extensão, com dois trechos em série: o primeiro, com DN 900 mm e extensão de 2.800 m, em Ferro Fundido Dúctil, com idade inferior a 30 anos; o segundo, com DN 750 mm e extensão de 9.600 m, em Ferro Fundido Cinzento (fora de linha de fabricação), com juntas de chumbo e idade superior a 70 anos. A operação é por gravidade e tem origem na Barragem do Ipitanga I, através de duas descargas de fundo DN 450, cada (ver croqui na sequência **Figura 1.52**). A vazão de captação média atual é da ordem de 0,5 m³/s.



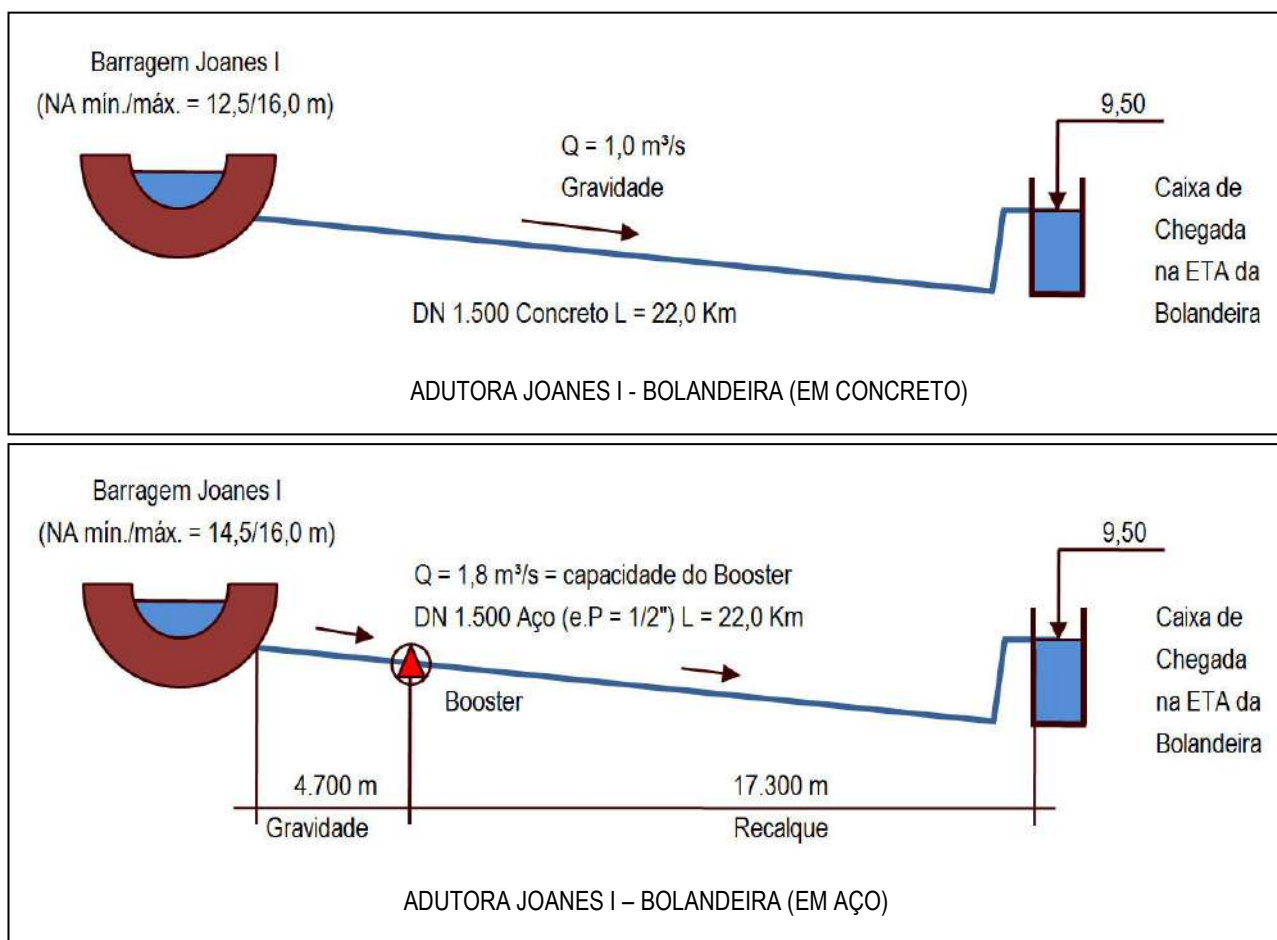
**Figura 1.52** - Croqui atual (perfil) da adutora Ipitanga I - Bolandeira

A adutora Ipitanga I - Bolandeira encaminha a água captada na represa de Ipitanga I para o Parque da Bolandeira, ali conectando-se com a caixa de chegada, de onde as águas são conduzidas para a ETA Vieira de Mello. A conexão com a ETA Theodoro Sampaio verifica-se antes desta caixa, por intermédio de derivação na própria adutora. Na caixa de chegada também afluem as duas adutoras provenientes da represa Joanes I.

A faixa de domínio da adutora vem sendo gradativamente envolvida pela expansão urbana da cidade, existindo trechos com algumas construções implantadas sobre os aterros das valas de assentamento da tubulação.

- **Sistema Adutor Joanes I / Bolandeira:**

Este sistema possui duas adutoras fisicamente em paralelo, mas hidráulicamente independentes. As duas adutoras possuem extensão de 22 km, sendo uma mais antiga, em concreto armado DN 1500, com mais de 50 anos de operação e funcionamento 100% por gravidade; e outra mais recente, em aço (espessura da parede = 12,7 mm = 1/2"), com operação mista (gravidade / recalque), também com DN 1500. Está última possui um *booster* posicionado a cerca de 4,7 Km a jusante da barragem de Joanes I (ver croquis a seguir **Figura 1.53**)



**Figura 1.53** - Croquis atual (perfil) das adutoras Joanes I - Bolandeira

Ao longo da adutora em aço existem quatro estruturas de proteção contra transientes hidráulicos, cujas características, conforme informações da EMBASA, são:

- 01 TAU na estaca E.838 (L = 5.243 m) com D = 5,65 m na Torre e cotas de NA = 25,32 m e fundo = 16,00 m (interligado através de 2  $\varnothing$  DN 700 em paralelo).
- 03 Chaminés, com as seguintes características:



Quadro 1.120 - Características das chaminés da adutora de aço Joanes I - Bolandeira

| CH | Estaca | L (m)  | Ø (m) | Cotas (m) |       |       |         |
|----|--------|--------|-------|-----------|-------|-------|---------|
|    |        |        |       | Topo      | GIE   | GIS   | Terreno |
| 0  | 548    | 11.004 | 5,00  | 30,50     | 17,20 | 15,50 | 19,60   |
| 1  | 505    | 12.294 | 5,00  | 33,00     | 15,70 | 13,00 | 18,30   |
| 2  | 300    | 15.864 | 5,00  | 24,00     | 7,49  | 5,00  | -       |

Fonte: Embasa

Conforme a EMBASA, pretende-se:

- Ampliar a capacidade do sistema do Joanes I para até 3,6 m³/s apenas com a adutora em aço;
- Desativar adutora em concreto; e
- Desativar o *booster* e implantar nova estação elevatória adjacente ao extravasor da barragem do Joanes I, provida de bombas de eixo vertical prolongado (2B// + 1R), equipada com válvulas controladoras de bomba e inversor de frequência, com as seguintes características operacionais:

Q2B = 3,6 m³/s

Q1B = 1,8 m³/s

AMT = 59,6 mca

P1B = 1.800 CV

As condições operacionais acima referidas foram determinadas em estudo específico realizado pela empresa VAZÃO Engenharia para a EMBASA.

#### • Alternativa Proposta

Diante do precário estado de conservação da adutora Ipitanga I - Bolandeira, em especial do seu segundo trecho, propõe-se no presente Plano a implantação de uma tubulação com DN 600 e 6.380 m de extensão partindo da represa Ipitanga I até a adutora por recalque de aço carbono Joanes I - Bolandeira, no entroncamento da rua Trobogi com a Av. Orlando Gomes. A partir desse ponto as vazões oriundas das duas represas (Joanes I e Ipitanga I) serão conduzidas pela adutora Joanes I - Bolandeira. O diâmetro selecionado (DN 600) objetiva conduzir a vazão com 100% de garantia de permanência, estabelecida em estudo hidrológico, previamente apresentado, de 210 L/s, atendendo os critérios hidráulicos de velocidade e perda de carga.

A adutora existente não será desativada uma vez que, segundo informações da Equipe da Embasa, atualmente aduz-se até 500 L/s da Represa Ipitanga I. Apesar dessa vazão exceder o recomendado pelo estudo hidrológico, a manutenção da adutora visa flexibilizar o abastecimento em eventualidades.

O esboço em planta baixa desta solução pode ser visto na **Figura 1.54**, elaborada na base do *Google Earth*, apresentada na sequência.

Do ponto de vista hidráulico, observa-se na **Figura 1.55** em seguida, que a linha piezométrica do Sistema Ipitanga I - Bolandeira transpassa o perfil do terreno em alguns pontos. Na realidade isto não ocorre, uma vez que a adutora tem condições de operar em regime hidráulico de conduto forçado por gravidade até determinada vazão. O observado reflete que, por não ter sido disponibilizado pela Embasa, o traçado da adutora estudada não condiz com o caminhamento preciso que a mesma realiza uma vez que esta, certamente, contorna tais elevações.

Com o incremento da vazão advinda de Ipitanga I, a partir da extensão 16.150 m da adutora de aço carbono Joanes I - Bolandeira, esta última também teve seu comportamento hidráulico alterado, o que implicará em ajustes em duas das três chaminés de equilíbrio existentes (Chaminés 0 e 2), além da adequação do sistema de recalque. Esta condição pode ser visualizada na **Figura 1.56** na sequência.



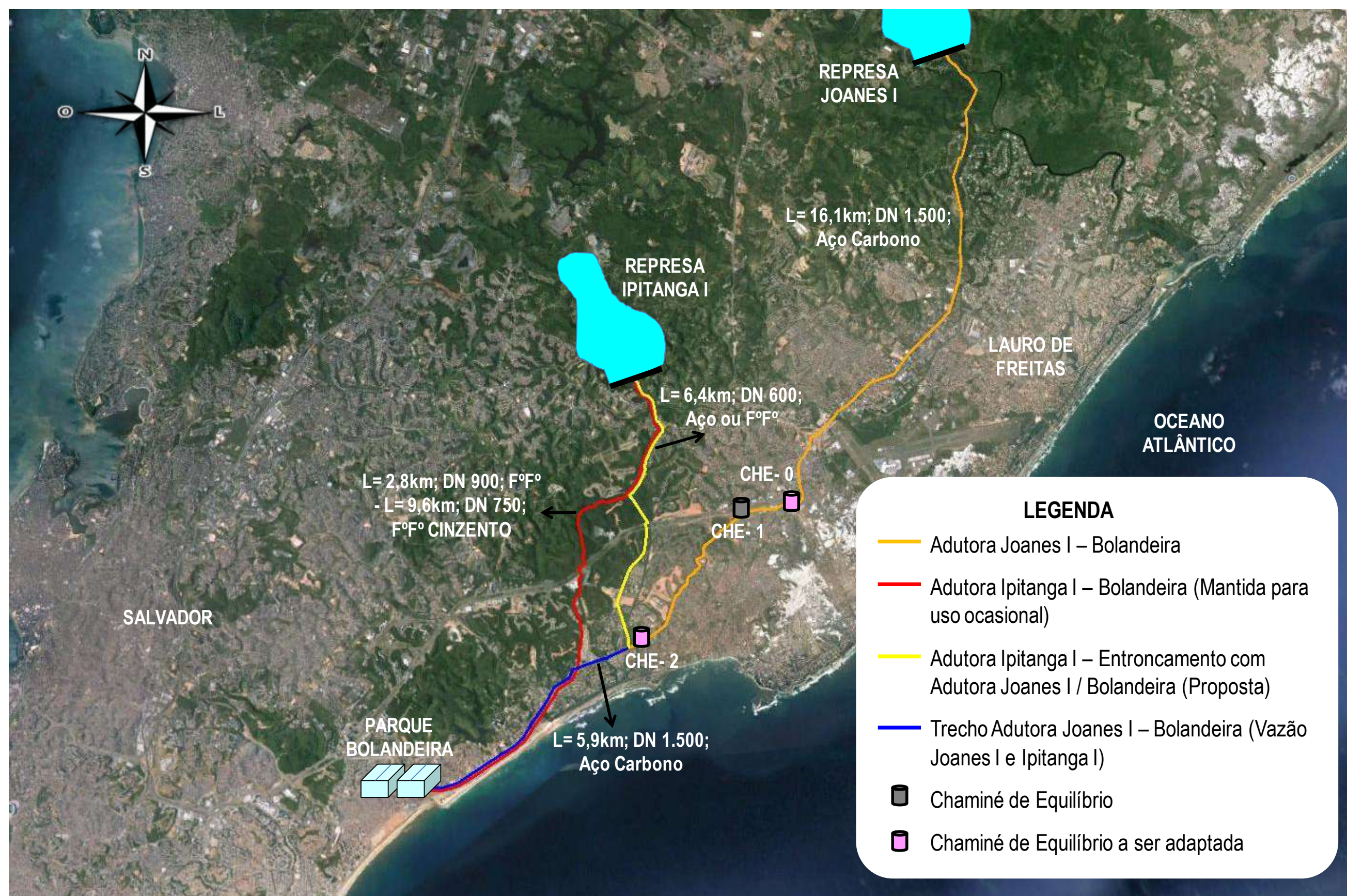


Figura 1.54 - Mapa com esboço da Adução da Interligação Ipitanga I com Joanes I para a Bolandeira



### ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - IPITANGA I / BOLANDEIRA

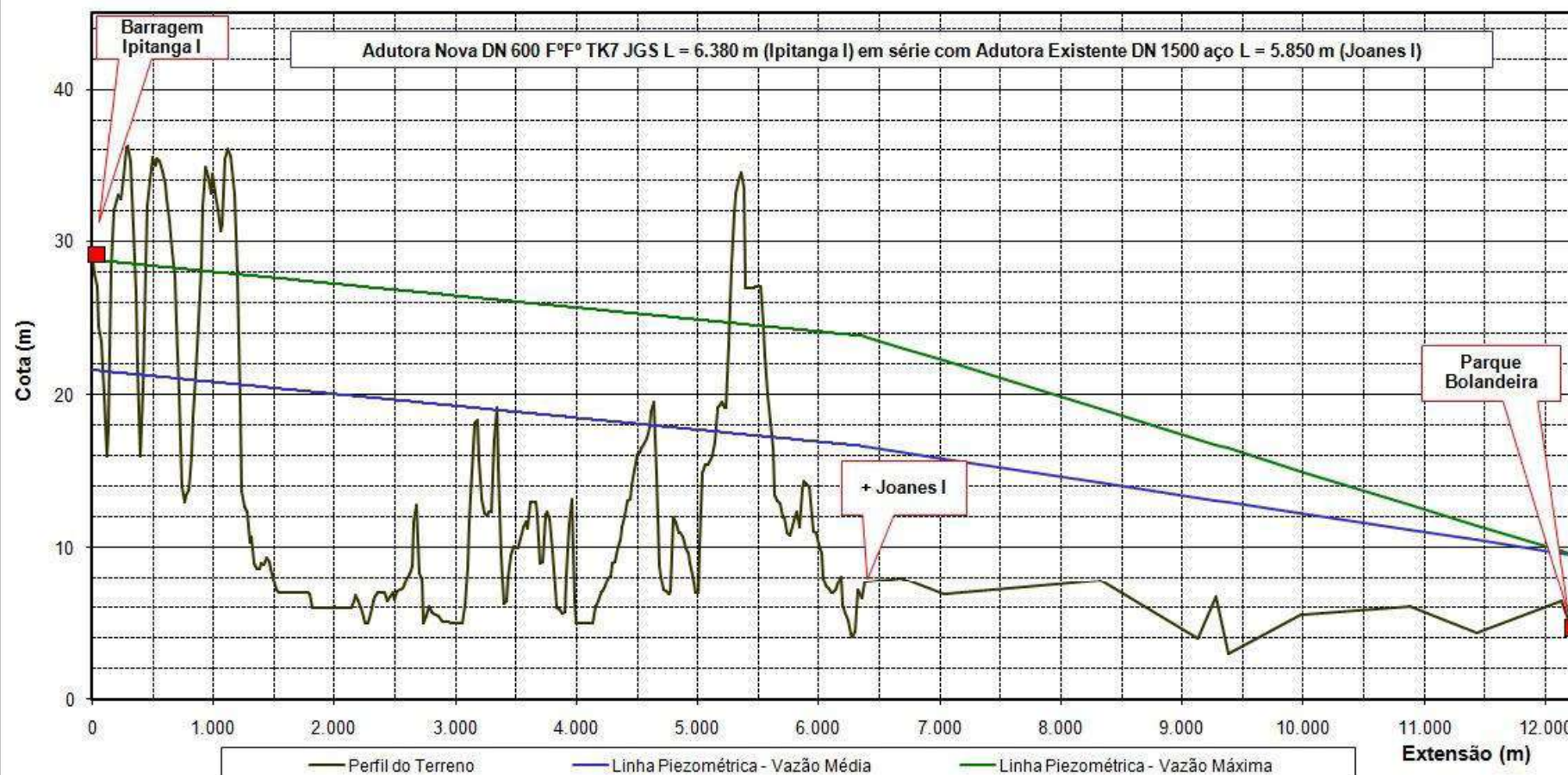
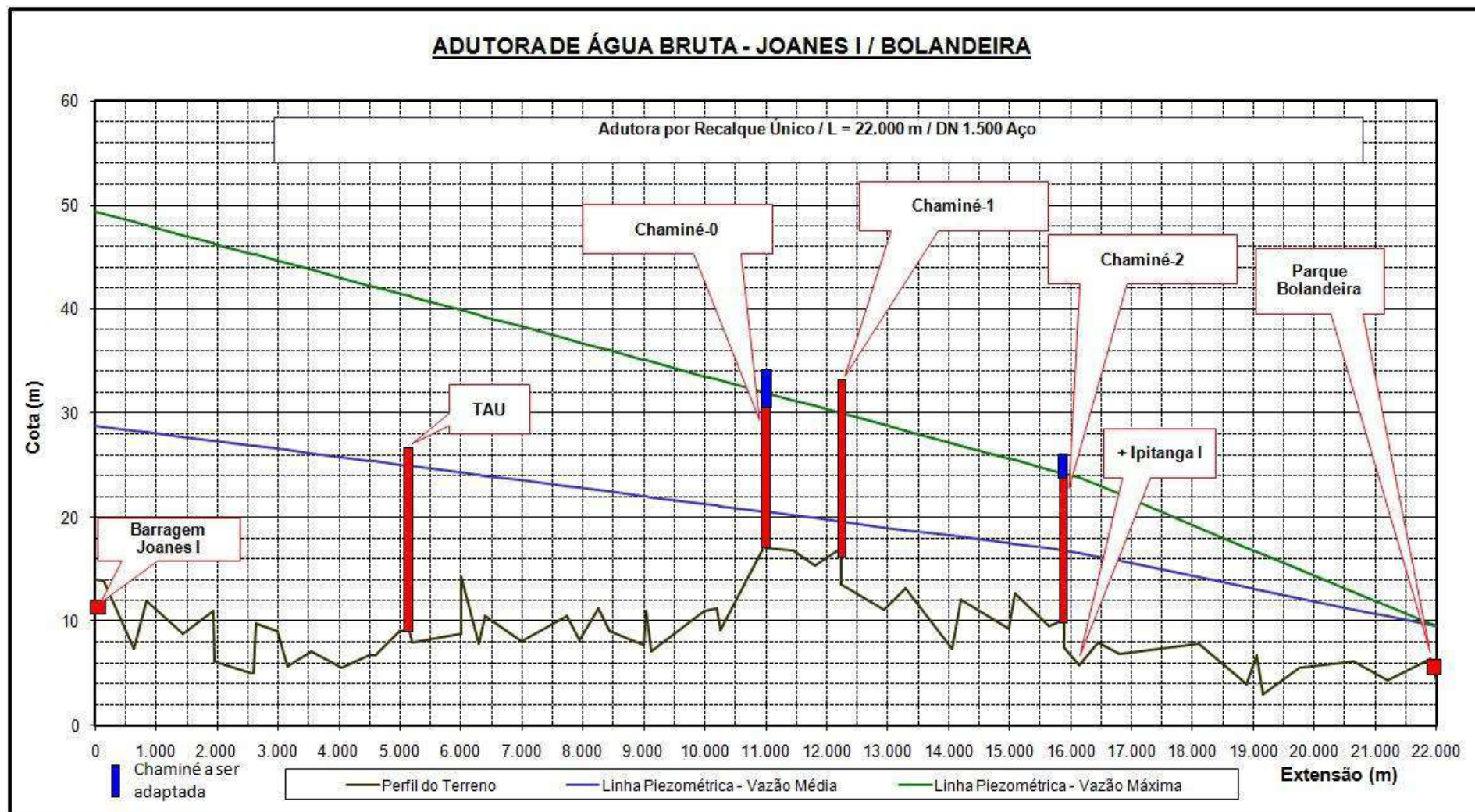


Figura 1.55 - Perfil de Adução Ipitanga I / Bolandeira, após interligação com Joanes I



**Figura 1.56 - Perfil de Adução Joanes I / Bolandeira, após interligação com Ipitanga**



- **Custo das Intervenções nos Sistemas Adutores de Água Bruta para o Parque da Bolandeira**

No **Quadro 1.121** apresenta-se uma estimativa de custos das intervenções previstas para garantir o atendimento satisfatório das demandas de água bruta nas ETA's do Parque Bolandeira. As intervenções são previstas para implantação em 2020.

Na sequência, o **Quadro 1.122** apresenta os custos operacionais para a nova estação elevatória Joanes I – Bolandeira.

**Quadro 1.121** - Estimativa de custo das ampliações dos Sistemas Adutores de Água Bruta para o Parque da Bolandeira

| UNIDADES                                                                                             | UNIDADE | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$)    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|----------------------|
| <b>1. Nova Estação Elevatória Joanes I - Bolandeira</b>                                              |         |                      |                      |
| Serviços preliminares/cadastro                                                                       | verba   |                      | 20.000,00            |
| Vias/Acessos/Movimento de Terra                                                                      | verba   |                      | 100.000,00           |
| Concreto Estrutural                                                                                  | verba   |                      | 1.500.000,00         |
| Caixas / assentamento e transporte de tubos e peças                                                  | verba   |                      | 30.000,00            |
| Construção Civil/Acabamentos                                                                         | verba   |                      | 400.000,00           |
| Aquisição de 3 conjuntos motobombas FLOWSERVE modelo 24 QL-27, com motor de 1.800 CV                 | un.     | 2.200.000,00         | 6.600.000,00         |
| Barriletes novos                                                                                     | verba   |                      | 4.800.000,00         |
| Instalação de motores e bombas                                                                       | verba   |                      | 300.000,00           |
| Ponte rolante fornecimento e instalação                                                              | verba   |                      | 170.000,00           |
| Linha de transmissão (20 km)                                                                         | km      | 90.000,00            | 1.800.000,00         |
| <b>2. Adutora de aço existente Joanes I - Bolandeira</b>                                             |         |                      |                      |
| Adequações nas instalações existentes (desativação do <i>booster</i> , chaminés, tubulações e peças) | verba   |                      | 500.000,00           |
| <b>3. Nova Adutora Ipitanga I - entroncamento Joanes I / Bolandeira</b>                              |         |                      |                      |
| Tubulação em FºFº DN 600, extensão de 6.380 m                                                        | m       | 1.175,93             | 7.502.433,40         |
| <b>Total dos investimentos (2020)</b>                                                                |         |                      | <b>23.722.433,40</b> |
| <b>Investimentos em Valor presente (2015)</b>                                                        |         |                      | <b>13.460.745,79</b> |

**Nota:** mês de referência da estimativa: julho 2014

**Quadro 1.122 - Custo de energia da elevatória Joanes I - Bolandeira**

Potência total = 5.400 CV

Vazão nominal = 3.600 L/s

Potência útil = 3.600 CV

Taxa anual de juros = 12%

Tarifa de energia:

Demanda FP = 15,5221 R\$/kW/mês

Consumo FP = 0,1711 R\$/kWh

Demanda NP = 44,8676 R\$/kW/mês

Consumo NP = 0,2710 R\$/kWh

| ANO          | VAZÕES<br>(L/s) | CUSTO DE ENERGIA                  |                                   |                              |                              |                           | CUSTO ANUAL (R\$) |                      |
|--------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|
|              |                 | HORAS<br>FUNC. POR<br>DIA (H/DIA) | FUNC.<br>FORA<br>PONTA<br>(H/DIA) | FUNC. NA<br>PONTA<br>(H/DIA) | CUSTO DA<br>DEMANDA<br>(R\$) | CUSTO DO<br>CONSUMO (R\$) | TOTAL             | VALOR<br>PRESENTE    |
| 2015         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 4.598.912,90         |
| 2016         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 4.106.172,23         |
| 2017         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 3.666.225,21         |
| 2018         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 3.273.415,36         |
| 2019         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 2.922.692,29         |
| 2020         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 2.609.546,69         |
| 2021         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 2.329.952,40         |
| 2022         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 2.080.314,64         |
| 2023         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 1.857.423,79         |
| 2024         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 1.658.414,10         |
| 2025         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 1.480.726,87         |
| 2026         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 1.322.077,56         |
| 2027         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 1.180.426,40         |
| 2028         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 1.053.952,14         |
| 2029         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 941.028,70           |
| 2030         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 840.204,19           |
| 2031         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 750.182,31           |
| 2032         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 669.805,64           |
| 2033         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 598.040,75           |
| 2034         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 533.964,95           |
| 2035         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 476.754,42           |
| 2036         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 425.673,59           |
| 2037         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 380.065,71           |
| 2038         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 339.344,38           |
| 2039         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 302.986,05           |
| 2040         | 3.327           | 22,18                             | 21,00                             | 1,18                         | 814.751,00                   | 3.784.161,90              | 4.598.912,90      | 270.523,26           |
| <b>TOTAL</b> |                 |                                   |                                   |                              |                              |                           |                   | <b>40.668.826,53</b> |

### 1.1.6 Considerações sobre o projeto de ampliação do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II

Simultaneamente à elaboração do presente Plano, encontram-se em andamento os estudos contratados pela EMBASA referentes ao *Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta*. Esse projeto faz parte do escopo de serviços previstos no Contrato nº 460002100 com a HITA Engenharia.

Considerando que o sistema adutor Santa Helena - Joanes II foi objeto de diagnóstico e estudos de concepção e viabilidade no presente Plano, apresenta-se a seguir uma análise crítica do projeto da EMBASA referente à ampliação desse sistema, destacando-se os aspectos conflitantes na comparação das premissas e partidos adotados nos dois estudos, para que a EMBASA avalie a conveniência de revisões antes da implantação das obras.

#### A. Parâmetros de Referência do Presente Plano

Para a definição do reforço de vazão que o SIAA de Salvador poderá contar com a ampliação da oferta de água bruta a partir de Santa Helena, considerou-se as projeções de demandas apresentadas anteriormente no **item 1.1.1**, considerando a hipótese sem redução de perdas, resumida no **Quadro 1.123**.

**Quadro 1.123** - Resumo das demandas concorrentes para o SIAA de Salvador estimadas no presente Plano

| DEMANDAS DE ÁGUA BRUTA DO SIAA DE SALVADOR                   | 2015             | 2020             | 2025             | 2030             | 2035             | 2040             |
|--------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| - Para ETA Bolandeira (L/s)                                  | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         | 3.536,84         |
| - Para ETA Principal (L/s)                                   | 7.707,57         | 8.152,73         | 8.517,46         | 8.799,18         | 9.028,69         | 9.239,03         |
| - Para derivações da adutora Pedra do Cavalo (L/s)           | 1.249,92         | 1.792,27         | 1.804,03         | 1.825,29         | 1.842,91         | 1.861,43         |
| - Para Braskem / Polo Logístico, de Santa Helena (L/s)       | 770,00           | 1.400,00         | 1.400,00         | 1.400,00         | 1.400,00         | 1.400,00         |
| - Para Gerdau e Norsa, de Ipitanga II (L/s)                  | 80,00            | 150,00           | 150,00           | 150,00           | 150,00           | 150,00           |
| <b>DEMANDA TOTAL DE ÁGUA BRUTA DO SIAA DE SALVADOR (L/S)</b> | <b>13.344,33</b> | <b>15.031,84</b> | <b>15.408,33</b> | <b>15.711,31</b> | <b>15.958,44</b> | <b>16.187,30</b> |

No **Quadro 1.124** apresenta-se o balanço das vazões médias dos mananciais para atendimento das demandas previstas nas ETA's Bolandeira e Principal, com ampliação da capacidade de Santa Helena (captação na cota 10,00 m).

Prevê-se nesse balanço de vazões que as ETA's Bolandeira e Principal proverão as necessidades de água tratada do SIAA de Salvador durante o período de alcance do plano. A ETA Suburbana, que contribui com vazão pouco expressiva, deverá ser desativada pelas razões já justificadas na fase de diagnóstico.

Em razão da impossibilidade de ampliação da ETA Bolandeira, a sua capacidade foi admitida igual a vazão média tratada nos anos de 2013 e 2014, devendo manter-se constante durante o período de alcance do plano, demandando a retirada de 3.537 L/s de água dos mananciais. A ETA Principal proverá a maior parte da demanda de água tratada do SIAA de Salvador, inclusive o aumento previsto no decorrer do Plano, requerendo a retirada dos mananciais de vazões variáveis entre 7.708 L/s (ano 2015) e 9.239 L/s (ano 2040).

O balanço na ETA Bolandeira mostrado no **Quadro 1.124** indica as fontes de suprimento desta ETA (represas Ipitanga I e II, Joanes I e II). As represas Ipitanga I e II regularizam em conjunto 400 L/s. Descontando-se as vazões extraídas de Ipitanga II destinadas às indústrias Gerdau e Norsa, que totalizam 150 L/s, e a vazão de restituição ao rio após a barragem Ipitanga I, definida em 40 L/s conforme Instrução Normativa Nº 01/2007 do INEMA, restam disponíveis para abastecimento da ETA Bolandeira 210 L/s, a ser encaminhados pela adutora Ipitanga I - Bolandeira. Subtraindo-se a demanda da ETA Bolandeira (3.537 L/s) da vazão abastecida pelas represas Ipitanga I e II (210 L/s), tem-se o saldo de vazão que deverá provir do sistema Joanes, ou seja, 3.327 L/s. Esta vazão será veiculada a partir das captações existentes na represa Joanes I, que alimentam o sistema adutor Joanes I - Bolandeira.

**Quadro 1.124 - Balanço das vazões médias dos mananciais para atendimento das vazões previstas nas ETA's Bolandeira e Principal, com ampliação da capacidade de Santa Helena (captação na cota 10,00 m)**

| Ano  | BALANÇO NA ETA BOLANDEIRA - VAZÕES MÉDIAS EM L/s |                                        |                                     |                                    |                                                          |                                   |                                  |                                                |                        |              |
|------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|--------------|
|      | Vazões previstas para a ETA Bolandeira           | Ipitanga I + Ipitanga II               |                                     |                                    |                                                          | Joanes I + Joanes II              |                                  |                                                |                        |              |
|      |                                                  | Q <sub>reg.100%</sub> Ipit.I + Ipit.II | Retiradas                           |                                    | Saldo (vazões médias na adutora Ipitanga I - Bolandeira) | Q <sub>reg.100%</sub> em Joanes I | Vazão de restituição em Joanes I | Vazões Médias na Adutora Joanes I - Bolandeira |                        |              |
|      |                                                  |                                        | Vazões industriais (Gerdau e Norsa) | Vazão de restituição em Ipitanga I |                                                          |                                   |                                  | Disponível em Joanes I                         | Importada de Joanes II | Total        |
|      | (1)                                              | (2)                                    | (3)                                 | (4)                                | (5)=(2)-(3)-(4)                                          | (6)                               | (7)                              | (8)=(6)-(7)                                    | (9)=(1)-(5)-(8)        | (10)=(8)+(9) |
| 2015 | 3.537                                            | 400                                    | 80                                  | 40                                 | 280                                                      | 600                               | 210                              | 390                                            | 2.867                  | 3.257        |
| 2020 | 3.537                                            | 400                                    | 150                                 | 40                                 | 210                                                      | 600                               | 210                              | 390                                            | 2.937                  | 3.327        |
| 2025 | 3.537                                            | 400                                    | 150                                 | 40                                 | 210                                                      | 600                               | 210                              | 390                                            | 2.937                  | 3.327        |
| 2030 | 3.537                                            | 400                                    | 150                                 | 40                                 | 210                                                      | 600                               | 210                              | 390                                            | 2.937                  | 3.327        |
| 2035 | 3.537                                            | 400                                    | 150                                 | 40                                 | 210                                                      | 600                               | 210                              | 390                                            | 2.937                  | 3.327        |
| 2040 | 3.537                                            | 400                                    | 150                                 | 40                                 | 210                                                      | 600                               | 210                              | 390                                            | 2.937                  | 3.327        |

| RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS<br>Q <sub>100%</sub> |                                |                       |                                       |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Reserva-tório                                            | NA <sub>min.</sub> Operacional | Q <sub>reg.100%</sub> | Vazão de Restituição em Regime Normal |
| Santa Helena                                             | 17,00<br>10,00                 | 4,05<br>6,60          | 1,99                                  |
| Joanes I                                                 | 14,50                          | 0,60                  | 0,21                                  |
| Joanes II                                                | 24,90                          | 1,82                  | 0,63                                  |
| Ipitanga I                                               | 23,00                          | 0,13                  | 0,04                                  |
| Ipitanga II                                              | 48,43                          | 0,27                  | 0,09                                  |

| Ano  | BALANÇO NA ETA PRINCIPAL - VAZÕES MÉDIAS EM L/s |                          |                                        |                                  |                       |                                                    |                                            |                |                                                    |                                      |                      |       |                       |                                     |                       |                                                          |
|------|-------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|
|      | Vazões previstas para a ETA Principal           | Mananciais               |                                        |                                  |                       |                                                    |                                            |                |                                                    |                                      |                      |       |                       |                                     |                       |                                                          |
|      |                                                 | Pedra do Cavalo          |                                        |                                  | Represa Joanes II     |                                                    |                                            |                |                                                    | Represa Santa Helena                 |                      |       |                       |                                     |                       |                                                          |
|      |                                                 |                          |                                        |                                  | Q <sub>reg.100%</sub> | Retiradas                                          |                                            |                | Retiradas                                          |                                      |                      |       | Cota 17,0 m           |                                     | Cota 10,0 m           |                                                          |
|      |                                                 | Vazão Nominal da adutora | Vazões derivadas da adutora (ver Nota) | Vazões afluentes a ETA Principal |                       | Vazões Médias na adutora Joanes II - ETA Principal | Restituição para Joanes I (ETA Bolandeira) | Total          | Vazões Médias na adutora Santa Helena - Joanes II) | Vazões para Braskem / Polo Logístico | Vazão de restituição | Total | Q <sub>reg.100%</sub> | Saldo Disponibilidade menos Demanda | Q <sub>reg.100%</sub> | Saldo Disponibilidade menos Demanda / Reforço Necessário |
|      |                                                 |                          |                                        |                                  |                       |                                                    |                                            |                |                                                    |                                      |                      |       |                       |                                     |                       |                                                          |
| (11) | (12)                                            | (13)                     | (14)=(12)-(13)                         | (15)                             | (16)=(11)-(14)        | (17)=(9)                                           | (18)=(16)+(17)                             | (19)=(15)-(18) | (20)                                               | (21)                                 | (22)                 | (23)  | (24)=(23)-(22)        | (25)                                | (26)=(25)-(22)        |                                                          |
| 2015 | 7.708                                           | 7.000                    | 1.250                                  | 5.750                            | 1.820                 | 1.957                                              | 2.867                                      | 4.824          | 3.004                                              | 770                                  | 1.990                | 5.764 | 4.050                 | -1.714                              | 6.600                 | 836                                                      |
| 2020 | 8.153                                           | 7.000                    | 1.792                                  | 5.208                            | 1.820                 | 2.945                                              | 2.937                                      | 5.882          | 4.062                                              | 1.400                                | 1.990                | 7.452 | 4.050                 | -3.402                              | 6.600                 | -852                                                     |
| 2025 | 8.517                                           | 7.000                    | 1.804                                  | 5.196                            | 1.820                 | 3.321                                              | 2.937                                      | 6.258          | 4.438                                              | 1.400                                | 1.990                | 7.828 | 4.050                 | -3.778                              | 6.600                 | -1.228                                                   |
| 2030 | 8.799                                           | 7.000                    | 1.825                                  | 5.175                            | 1.820                 | 3.624                                              | 2.937                                      | 6.561          | 4.741                                              | 1.400                                | 1.990                | 8.131 | 4.050                 | -4.081                              | 6.600                 | -1.531                                                   |
| 2035 | 9.029                                           | 7.000                    | 1.843                                  | 5.157                            | 1.820                 | 3.872                                              | 2.937                                      | 6.808          | 4.988                                              | 1.400                                | 1.990                | 8.378 | 4.050                 | -4.328                              | 6.600                 | -1.778                                                   |
| 2040 | 9.239                                           | 7.000                    | 1.861                                  | 5.139                            | 1.820                 | 4.100                                              | 2.937                                      | 7.037          | 5.217                                              | 1.400                                | 1.990                | 8.607 | 4.050                 | -4.557                              | 6.600                 | -2.007                                                   |

**Nota:** Derivações da adutora Pedra do Cavalo: SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Theodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech, Outras); RLAM.



Considerando a capacidade de regularização da represa de Joanes I (600 L/s) e a necessidade de restituição ao rio de 210 L/s, definida em conformidade com a instrução normativa supracitada, a disponibilidade de Joanes I para abastecimento é de apenas 390 L/s, portanto, insuficiente para atender a vazão demandada ao sistema Joanes pela ETA Bolandeira (3.327 L/s). Em consequência, a maior parte desta demanda, calculada em 2.937 L/s ( $3.337 - 390 = 2.937$ ), deve ser suprida pela represa de Joanes II, posicionada logo a montante, através da calha natural do rio Joanes.

Quanto ao balanço das vazões para atendimento da ETA Principal, devem ser consideradas as vazões provenientes das represas de Pedra do Cavalo e Joanes II, bem como as vazões de reforço de Joanes II que podem ser supridas pela represa de Santa Helena.

O sistema adutor Pedra do Cavalo – ETA Principal veicula a vazão nominal de 7.000 L/s. Nessa adutora existem derivações para o SIAA Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria (e Theodoro Sampaio e Terra Nova futuramente); SIAA de Santo Amaro e Saubara; Indústrias do CIA Norte (Dow Química, Proquigel, Graftech e outras); RLAM; as quais totalizam vazões que variam de 1.250 L/s, em 2015, a 1.861 L/s, em 2040. Descontadas essas vazões da vazão nominal da adutora, chegam de Pedra do Cavalo na ETA Principal vazões que variam de 5.750 L/s (ano 2015) a 5.139 L/s (ano 2040). O saldo da vazão de água tratada demandada pela ETA Principal deverá provir da represa Joanes II, através da adutora Joanes II – ETA Principal.

De acordo com os estudos hidrológicos realizados no presente Plano, a represa Joanes II regulariza a vazão de 1.820 L/s com 100% de garantia. Dessa represa é extraída a vazão de restituição para Joanes I, calculada em 2.937 L/s, conforme exposto anteriormente. Esta vazão, que garante a maior parte da vazão encaminhada para a ETA Bolandeira através da adutora Joanes I – Bolandeira, é controlada pela barragem de Joanes II e encaminhada até a represa de Joanes I via calha do rio. Além dessa vazão, é extraído de Joanes II o saldo de vazão requerido na ETA Principal, representado pela diferença entre as vazões demandadas na ETA Principal e as vazões afluentes a esta ETA originárias de Pedra do Cavalo. Ao longo do período de alcance do plano, este saldo varia de 1.957 L/s (ano 2015) a 4.100 L/s (ano 2040). Uma vez que a vazão total a ser extraída de Joanes II supera a vazão regularizada pela represa (1.820 L/s), verifica-se um déficit de vazão, variável no decorrer do plano entre 3.004 L/s (ano 2015) e 5.217 L/s (ano 2040), resultante da diferença entre a vazão total requerida de Joanes II (pelas ETA's Principal e Bolandeira) e a vazão regularizada pela represa.

Atualmente, parte desse déficit é suprido pela represa de Santa Helena, cuja captação na cota 17,00 m garante a extração de vazões até 2.060 L/s, considerando a capacidade de regularização com 100% de garantia nesta cota (4.050 L/s) descontada da vazão de restituição ao rio, definida em 1.990 L/s, conforme Instrução Normativa Nº 01/2007. Nesta condição, constata-se que o SIAA de Salvador já convive com um déficit de 1.714 L/s (ver **Quadro 1.124**) que, na hipótese de nenhuma intervenção ser feita para ampliar a capacidade de regularização de Santa Helena, evoluiria para 4.557 L/s no horizonte do plano (ano 2040).

Com a intervenção imediata para ampliação da disponibilidade em Santa Helena, que contempla a implantação de uma nova captação, posicionada na cota 10,00 m, seria possível a extração de vazões até 4.610 L/s, considerando a capacidade de regularização com 100% de garantia nessa cota (6.600 L/s) descontada da vazão de restituição ao rio já citada, definida em 1.990 L/s. Esta intervenção atenuaria o déficit existente, mas não seria a única medida necessária para equilibrar o balanço “demanda x disponibilidade” até o horizonte do plano. O **Quadro 1.124** mostra que após a intervenção imediata em Santa Helena ainda persistirá um déficit de disponibilidade de água bruta, que deverá atingir 2.007 L/s em 2040, sendo necessário outra(s) intervenção(ões) para reforçar a vazão de Santa Helena ou viabilizar outra(s) fonte(s) de abastecimento.

## B. Caracterização do Projeto da EMBASA

Entre oito cenários considerados no projeto, a EMBASA adotou o que se apoia nas premissas e hipóteses apresentadas a seguir.

Os mananciais considerados para o atendimento das demandas do SIAA de Salvador e SIAA do Recôncavo são os rios Ipitanga, Joanes, Paraguaçu e Jacuípe, esse último previsto ser utilizado por etapas de ampliação do sistema adutor, conforme a necessidade indicada pela evolução das demandas. Nos demais rios seriam mantidas as suas disponibilidades hídricas e vazões de captação atuais.

Do rio Paraguaçu, foi considerada a retirada de 7,0 m³/s através do sistema adutor Pedra do Cavalo - ETA Principal, admitindo-se que 1,3 m³/s seriam extraídos ao longo dessa adutora pelas derivações que atendem a Petrobrás (RLAM), indústrias do CIA Norte, SIAA Santo Amaro e SIAA Amélia Rodrigues. Desta forma, a vazão afluente a ETA Principal seria de 5,7 m³/s ( $7,0 - 1,3 = 5,7$ ), que estaria disponível para os SIAA's de Salvador e do Recôncavo.

No rio Joanes, foi admitida a disponibilidade hídrica de 4,0 m³/s, considerando as represas Joanes I e II, para abastecimento dos SIAA já referidos. Do rio Ipitanga, a retirada prevista para abastecimento desses sistemas foi de 0,8 m³/s, contando com a disponibilidade hídrica das represas Ipitanga I e II. Nenhum outro usuário da água foi considerado nestes mananciais.

Para o rio Jacuípe, manancial que deverá prover as demandas do projeto de ampliação do sistema adutor Santa Helena – Joanes II, foram admitidas disponibilidades de 6,5 m³/s, para captação na cota 17,00 m (cota da captação atual), e 8,8 m³/s, para captação na cota 10,00 m, correspondente à cota da captação em futura instalação para o pleno aproveitamento da represa. Nessa ocasião, foi considerada uma vazão de restituição ao rio de 0,8 m³/s. Em relação à demanda da Braskem e Polo Logístico, também usuários de Santa Helena, o projeto admitiu a redução da vazão contratada pela Braskem com a EMBASA, de 1,4 m³/s, para 0,7 m³/s.

Com base nas considerações anteriores, o projeto foi estruturado em três etapas, previstas para implantação em duas Fases de Ampliação do Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II, conforme o **Quadro 1.125**.

**Quadro 1.125 - Balanço Fases de Ampliação e Etapas de Projeto do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II**

| FASES DE AMPLIAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR | ETAPAS DE PROJETO | CARACTERIZAÇÃO DAS ETAPAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase 1                               | Etapas 1          | Funcionamento do sistema adutor Santa Helena - Joanes II para fornecimento de 3,0 m³/s aos SIAA de Salvador e Recôncavo (corresponde à situação existente)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                      | Etapas 2          | Ampliação do sistema adutor Santa Helena - Joanes II dos atuais 3,0 m³/s para 5,8 m³/s, com aproveitamento da disponibilidade de Santa Helena correspondente à captação existente (rio Jacumirim) na cota 17,00 m, admitida em 6,5 m³/s. O saldo de vazão (0,7 m³/s) seria reservado à Braskem e Polo Logístico.                                                                                                                                                             |
| Fase 2                               | Etapas 3          | Ampliação do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, incluindo a construção de uma nova captação/elevatória (captação na cota 10,00 m), mais próxima ao barramento de Santa Helena, com capacidade instalada de 10,0 m³/s. De modo regular, seriam destinados 7,3 m³/s aos SIAA de Salvador e do Recôncavo, descontadas da disponibilidade relativa à cota 10,00 m (8,8 m³/s) as vazões de atendimento à Braskem/Polo Logístico (0,7 m³/s) e restituição ao rio (0,8 m³/s). |

**Fonte:** Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena - Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta, T.II, Vol.1 (EMBASA, Nov./2014)

Com relação aos mananciais, o projeto prevê que os mananciais utilizados atualmente manteriam as vazões recalculadas e que o Rio Jacuípe, através da barragem de Santa Helena, seria introduzido ao sistema de forma gradual, de acordo com a necessidade. Além disso, a vazão reservada para a Braskem foi de 0,7 m³/s, metade da vazão contratada com a EMBASA (1,4 m³/s) e a vazão de restituição 0,8 m³/s. O **Quadro 1.126** a seguir sintetiza o cálculo da disponibilidade dos mananciais.

**Quadro 1.126** - Disponibilidade de água dos mananciais considerada no projeto da EMBASA

| MANANCIAL                       | VAZÃO DISPONÍVEL NO MANANCIAL (m³/s)             | VAZÃO DE RESTITUIÇÃO (m³/s) | OUTROS USOS (m³/s) | VAZÃO TOTAL DISPONÍVEL (m³/s) |
|---------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Pedra do Cavalo                 | 7,0                                              |                             | 1,3                | 5,7                           |
| Joanes                          | 4,0                                              |                             | 0,0                | 4,0                           |
| Ipitanga                        | 0,8                                              |                             | 0,0                | 0,8                           |
| Jacuípe 1ª etapa (cota 17,00 m) | 3,0                                              |                             | 0,7                | 2,3                           |
| Jacuípe 2ª etapa (cota 17,00 m) | 6,5                                              |                             | 0,7                | 5,8                           |
| Jacuípe 3ª etapa (cota 10,00 m) | 8,8                                              | 0,8                         | 0,7                | 7,3                           |
| VAZÕES TOTAIS (m³/s)            | Pedra do Cavalo+Joanes+Ipitanga, sem Jacuípe     |                             |                    | 10,5                          |
|                                 | Pedra do Cavalo+Joanes+Ipitanga+1ª etapa Jacuípe |                             |                    | 12,8                          |
|                                 | Pedra do Cavalo+Joanes+Ipitanga+2ª etapa Jacuípe |                             |                    | 16,3                          |
|                                 | Pedra do Cavalo+Joanes+Ipitanga+3ª etapa Jacuípe |                             |                    | 17,8                          |

**Fonte:** Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena - Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta, T.II, Vol.1 (EMBASA, Nov./2014)

As demandas consideradas no projeto para os sistemas integrados de abastecimento de água de Salvador e do Recôncavo foram definidas considerando as populações, consumos *per capita* e perdas, por Zona de Abastecimento, resultando a evolução da demanda total mostrada no **Quadro 1.127**.

**Quadro 1.127** - Demandas dos SIAAs de Salvador e do Recôncavo consideradas no projeto da EMBASA

| Ano                        | 2015   | 2020   | 2025   | 2030   | 2035   | 2040   |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Dem. Média SIS + SIR       | 9.851  | 10.438 | 11.023 | 11.606 | 12.187 | 12.769 |
| Dem. Máx. Diária SIS + SIR | 11.821 | 12.526 | 13.228 | 13.928 | 14.624 | 15.323 |

**Fonte:** Documento complementar do Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena - Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta, T.II, Vol.1 (EMBASA, Nov./2014), com revisão do estudo de demandas apresentado no relatório.

O **Quadro 1.128** a seguir mostra a comparação entre a evolução das demandas média e máxima diária dos SIAAs de Salvador e do Recôncavo e a disponibilidade dos mananciais por etapas de implantação das obras previstas no Projeto da EMBASA para o Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II.

**Quadro 1.128** - Demandas Médias de Água bruta e Disponibilidade de Água dos Mananciais

| ANO  | DEMANDA MÉDIA DIÁRIA (L/s) | DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (L/s) | VAZÕES DISPONÍVEIS (L/s) |                  |                  |                  |
|------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|
|      |                            |                             | SEM JACUIPE              | 1ª ETAPA JACUIPE | 2ª ETAPA JACUIPE | 3ª ETAPA JACUIPE |
| 2015 | 9.851                      | 11.821                      | 10.500                   | 12.800           | 16.300           | 17.800           |
| 2020 | 10.438                     | 12.526                      |                          |                  |                  |                  |
| 2025 | 11.023                     | 13.228                      |                          |                  |                  |                  |
| 2030 | 11.606                     | 13.928                      |                          |                  |                  |                  |
| 2035 | 12.187                     | 14.624                      |                          |                  |                  |                  |
| 2040 | 12.769                     | 15.323                      |                          |                  |                  |                  |

**Fonte:** Documento complementar do Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena - Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta, T.II, Vol.1 (EMBASA, Nov./2014), com revisão do estudo de demandas apresentado no relatório.

O cotejo das demandas médias com as vazões disponíveis nos mananciais consideradas no projeto da EMBASA (**Quadro 1.128**), indica que a 1ª etapa do projeto, que prevê o fornecimento de 3,0 m³/s aos SIAA de Salvador e Recôncavo (situação existente), seria suficiente para atender as demandas até o fim do período de alcance do projeto (ano 2040). A 2ª e 3ª etapas, que envolvem ampliações do sistema existente, seriam postergadas para além do horizonte de projeto.

- **Descrição Resumida do Sistema Proposto no projeto da EMBASA**

A **Figura 1.57** ilustra a concepção do futuro sistema adutor projetado, contemplando as ampliações propostas na 2ª e 3ª etapas, conforme descrito a seguir.

a) 2ª etapa do projeto – Ampliação do Sistema Adutor Jacumirim - Joanes II

A ampliação correspondente à 2ª etapa consistiria em aumentar a capacidade do Sistema Adutor Jacumirim - Joanes II existente de 3,0 m³/s para 5,8 m³/s. Essa performance seria obtida mediante operação de quatro conjuntos motobombas em paralelo, na frequência de 885 rpm, a serem instalados no módulo existente que se encontra desativado (sem equipamentos de bombeamento). Seriam cinco equipamentos (um reserva) do tipo QL (mesmo tipo utilizado no módulo existente), modelo 24 QL-27, equipados com motor de 2.250 cv.

O Sistema Adutor da Braskem e Polo Logístico continuaria a ser alimentado a partir das instalações existentes no módulo em operação, porém com vazão limitada a 0,7 m³/s. Esta vazão, somada à que seria destinada aos SIAA's de Salvador e do Recôncavo (5,8 m³/s) totaliza a vazão de 6,5 m³/s, que seria demandada da captação/elevatória do Jacumirim. De acordo com o projeto em tela, esta vazão corresponde à capacidade de regularização da represa de Santa Helena considerando o volume útil entre as cotas 20,00 e 17,00 m, conforme o estudo hidrológico do rio Jacuípe realizado pela GEOHIDRO em 1996, por ocasião do projeto de reconstrução da barragem de Santa Helena contratado pela EMBASA.

De acordo com a concepção adotada no projeto da EMBASA, o Sistema Adutor Jacumirim - Joanes II seria ampliado mediante implantação de uma terceira linha, além das duas existentes, constituída de quatro trechos com os seguintes diâmetros e extensões:

- Trecho 1: DN 1600; 77,32 m
- Trecho 2: DN 2200; 512,70 m
- Trecho 3: DN 1900; 8.350,38 m
- Trecho 4: DN 1400; 1.776,81 m

No trecho 2, entre as estacas 24 + 14,40 m e 25 + 4,76 m, foi prevista uma Chaminé de Equilíbrio, com 31m de altura e diâmetro de 5,00 m, que funcionará como caixa de passagem e para atenuação de transientes hidráulicos, quando ocorrer uma manobra de operação ou parada da Elevatória. No trecho 3 foi prevista uma Caixa de Passagem na estaca 450, uma vez que a linha piezométrica cortaria o terreno nesse ponto.

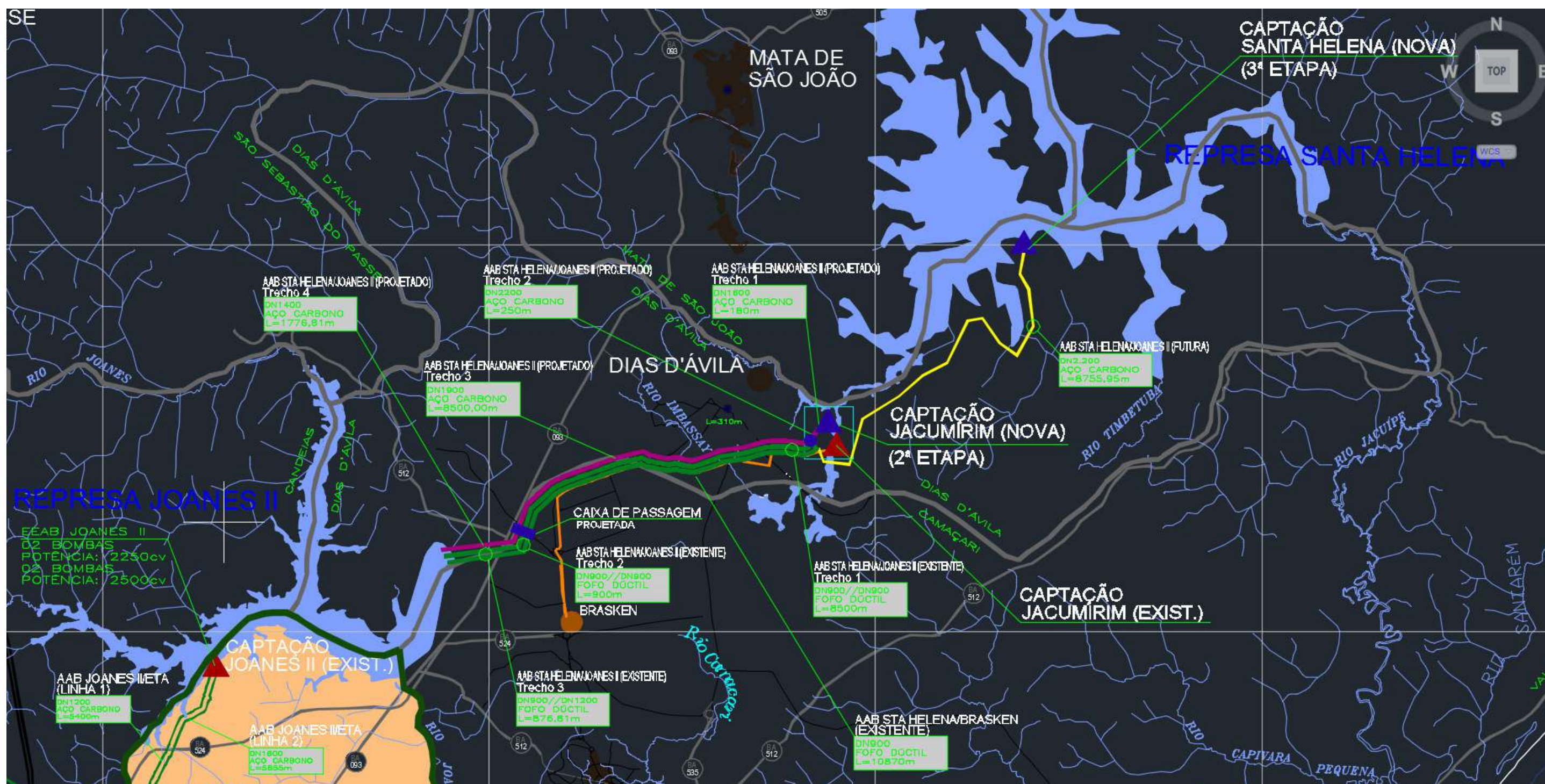
O traçado da adutora determinou a concepção de seis travessias. Cinco delas seriam não destrutivas, sendo quatro em rodovias (BA - 093, Via de Ligação, Via Frontal e Estrada da CARAÍBA METAIS) e uma sob linha férrea (RFFSA). A outra será uma travessia pela calha do rio Imbassaí, abaixo da ponte da linha férrea, dentro do município de Dias d'Ávila.

As principais interferências detectadas da nova adutora Jacumirim à Joanes II seriam: Adutoras Jacumirim/Joanes II existentes; Adutora da Braskem; tubulações da Bahiagás; dutos da Petrobrás; tubo de Ácido Sulfúrico da Caraíba Metais; rede de energia elétrica (em alguns pontos a adutora projetada encontra-se próxima dos postes, requerendo seu escoramento).

b) 3ª etapa do projeto – Ampliação do Sistema Adutor Santa Helena - Jacumirim

O Sistema Adutor Santa Helena - Jacumirim, previsto na 3ª etapa do projeto da EMBASA, engloba a captação/elevatória em Santa Helena, adutora Santa Helena - Jacumirim (DN2200) e uma Chaminé de Equilíbrio no ponto mais alto do perfil da adutora, denominada de Chaminé de Equilíbrio de Santa Helena. A entrada em operação do Sistema Adutor de Santa Helena - Jacumirim seria concomitante à desativação da elevatória ampliada do Jacumirim, devendo ocorrer quando a elevatória do Jacumirim não for suficiente para garantir o atendimento do sistema.





**Figura 1.57 - Concepção do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II conforme projeto da EMBASA**

**Fonte:** Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta (EMBASA, 2014)



A vazão de dimensionamento considerada no projeto do Sistema Adutor de Santa Helena é de 10,0m³/s (determinada pela EMBASA), sendo o mesmo justificado com base no estudo hidrológico do rio Jacuípe realizado pela Geohidro em 1996, por ocasião do projeto de reconstrução da barragem de Santa Helena contratado pela EMBASA. O referido estudo indicou a possibilidade de regularização, entre as cotas 20,00 e 10,00 m, de 8,80 m³/s com 100% de garantia, 10,59 m³/s com 98% de garantia, e 11,42 m³/s com 95% de garantia.

A nova captação seria direta, com a construção de plataforma de concreto, onde estariam apoiados os conjuntos de recalque com bombas verticais de coluna prolongada. Seriam oito conjuntos do mesmo modelo previsto na ampliação da elevatória do Jacumirim (bombas 24 QL-27), equipados com motor de 2.250 cv e conversor de frequência. As cinco bombas da elevatória do Jacumirim, bem como os respectivos quadros de comando, conversores de frequência, barriletes de recalque e transformadores, seriam transferidos para a elevatória de Santa Helena, quando da entrada em operação desta. Os conjuntos motobombas precisariam ter aumentadas suas colunas, pois em Santa Helena a altura da captação é maior. Os demais conjuntos seriam adquiridos na medida da necessidade, conforme a evolução da demanda.

Como na elevatória ampliada de Jacumirim serão implantados 05 novos conjuntos, para a operação de Santa Helena será necessário adquirir mais dois ou três, para garantir transição segura, sem redução de vazão do sistema, como se comenta adiante.

A capacidade de recalque da elevatória de Santa Helena seria de 10,0m³/s, incluída a vazão que atenderia Braskem e Polo Logístico (0,7 m³/s). Essa performance seria obtida com o funcionamento de seis conjuntos em paralelo, operando a 1.175 rpm.

A nova captação foi prevista no local de coordenadas N 8.610.044,22 m, E 582.863,62 m. Conforme batimetria realizada, este local apresenta cota de fundo em torno de 7,0 m, viabilizando a captação de água do manancial entre as cotas 20,0 m e 10,0 m, conforme previsto no projeto.

A adutora projetada, em Aço Carbono, possui DN 2200 e extensão de 8.755,95 m. Saindo da elevatória, a adutora segue por aproximadamente 740 metros margeando o reservatório, passando a acompanhar um caminho de serviço existente, antigamente utilizado pela Petrobrás. Na estaca 100 + 4,5 m, ponto mais alto do perfil do terreno, foi prevista uma chaminé de equilíbrio. Entre as estacas 130 + 10 m e 139, atravessa um braço do reservatório de Santa Helena (trecho aéreo), aproveitando o caminho de serviço existente sobre aterro. Depois, o traçado segue acompanhando o caminho de serviço existente. Nas estacas 292 + 3 m (Riacho) e 331 + 10 m (Riacho Belezinha), cruza dois talwegues, com o tubo enterrado em ambos os casos. Entre as estacas 415 e 432, próximo à elevatória do Jacumirim, foi prevista uma travessia aérea, pelo antigo acesso existente no local, coberto pelo remanso do reservatório de Santa Helena. Logo após a travessia do braço do reservatório (Jacumirim) essa adutora se conecta com a adutora Jacumirim – Joanes II, prosseguindo até o Joanes.

A interligação da adutora de Santa Helena dar-se-á cerca de 363 m a montante da Chaminé do Jacumirim, seguindo com diâmetro de 2200 mm até a nova chaminé do Jacumirim. Pouco depois da chaminé, ainda com 2200mm, interliga-se com as duas adutoras de 900 mm existentes e com a nova adutora de 1900 mm, a essa altura já implantada. As três adutoras (1900 + 900 + 900) seguem daí até Joanes II.

### C. Análise Crítica do Projeto da EMBASA

A análise dos documentos disponibilizados pela EMBASA referentes ao *Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta (EMBASA, 2014)* revela a existência de conflitos importantes com o presente Plano, considerando os partidos e premissas adotados nos dois estudos.

Os principais conflitos, comentados a seguir, decorrem de diferentes critérios adotados para a avaliação da disponibilidade dos mananciais e estimativa das demandas e assumem relevância em razão de o projeto da EMBASA, ainda em andamento, tratar da ampliação dos Sistemas de Abastecimento Integrado de Salvador e do Recôncavo, cujas demandas, em conjunto, representam cerca de 80% da demanda de abastecimento de água da RMS.

- **Balanco “Disponibilidade dos Mananciais Versus Demandas” no período 2015 - 2040**

O **Quadro 1.129** apresenta a comparação dos parâmetros que serviram de base para o cálculo do balanço “disponibilidade dos mananciais x demandas” no Projeto de EMBASA e no presente Plano.

Quanto à disponibilidade dos mananciais, os dois estudos consideraram as vazões regularizadas com 100% de garantia, porém obtidas por diferentes meios. No Projeto da EMBASA foram adotadas as vazões regularizadas indicadas em estudos feitos à época da construção das barragens. No presente Plano, as vazões regularizadas foram obtidas por meio de novas avaliações, considerando séries temporais de vazões mais recentes, as quais indicam uma redução da expectativa de regularização dos mananciais da RMS devido à adversidade climática registrada nas últimas décadas. Em consequência, pode-se observar no **Quadro 1.129** que as vazões disponíveis nas represas Joanes, Ipitanga e Santa Helena mostram significativas diferenças entre os dois estudos. Para a situação atual (captação em Santa Helena na cota 17,00 m), a disponibilidade total nos mananciais explorados seria de 18,30 m<sup>3</sup>/s, conforme o Projeto da EMBASA, e 13,87 m<sup>3</sup>/s, conforme o presente Plano, constatando-se uma diferença de + 4,43 m<sup>3</sup>/s em favor do Projeto da EMBASA. Para a situação correspondente à futura captação de Santa Helena na cota 10,00 m, a disponibilidade total nos mananciais explorados resulta em 20,60 m<sup>3</sup>/s, no Projeto da EMBASA, e 16,42 m<sup>3</sup>/s, no presente Plano, constatando-se uma diferença de + 4,18 m<sup>3</sup>/s em favor do Projeto da EMBASA.

Com respeito às vazões de restituição, o presente Plano adotou o critério preconizado na Instrução Normativa N°001/2007 da extinta SRH (incorporada ao INEMA), que no caso de represas estabelece o percentual de 20% da vazão regularizada com 90% de garantia. Por meio deste critério calculou-se as vazões de restituição mínimas à jusante das barragens de Joanes I, Ipitanga I e Santa Helena, as quais totalizam 2,24 m<sup>3</sup>/s, vazão a ser descontada da disponibilidade dos mananciais para efeito de cálculo das vazões disponíveis para abastecimento. Por outro lado, o Projeto da EMBASA considera somente a restituição de 0,80 m<sup>3</sup>/s a jusante da barragem de Santa Helena para a captação na cota 10,00 m, o que representa um aumento da disponibilidade para abastecimento de 1,44 m<sup>3</sup>/s em relação ao presente Plano (2,24 - 0,80 = 1,44), em detrimento da vazão de restituição que deveria contribuir para a preservação dos ecossistemas aquáticos a jusante das barragens. Nesse aspecto, convém alertar sobre os prejuízos ambientais advindos da ausência ou diminuição das vazões de restituição, a exemplo do que já acontece no estuário do Joanes.

Em relação às vazões requeridas por outros usuários dos mananciais, admite-se no projeto da EMBASA que a vazão atual explorada a partir de derivações da adutora Pedra do Cavalo, estimada em 1,3 m<sup>3</sup>/s, terá pequeno acréscimo, passando para 1,37 m<sup>3</sup>/s em 2040. Além disso, é previsto a redução da vazão contratada pela Braskem com a EMBASA de 1,4 para 0,7 m<sup>3</sup>/s, apesar de a Braskem ter construído uma nova adutora com captação em Santa Helena, em 2009, com capacidade para veicular 1,4 m<sup>3</sup>/s. Por sua vez, o presente Plano considera maior crescimento das demandas dos sistemas abastecidos pela adutora de Pedra do Cavalo no período 2015 - 2040, para o qual se prevê uma variação entre 1,25 e 1,86 m<sup>3</sup>/s. O presente Plano também prevê um aumento da vazão da Braskem/Polo Logístico dos atuais 0,77 m<sup>3</sup>/s até a valor contratado (1,4 m<sup>3</sup>/s); além de considerar a vazão demandada da represa Ipitanga II para as indústrias Gerdau e Norsa Refrigerantes (omitida no projeto da EMBASA), que deverá variar entre o valor atual de 0,08 m<sup>3</sup>/s até o previsto de 0,15 m<sup>3</sup>/s. Em síntese, para outros usos o Projeto da EMBASA considera uma vazão total variável entre 2,0 e 2,07 m<sup>3</sup>/s, enquanto o presente Plano projeta a variação da vazão entre 2,17 e 3,41 m<sup>3</sup>/s no período 2015-2040, resultando uma diferença que evolui de + 0,17 m<sup>3</sup>/s, em 2015, até + 1,34 m<sup>3</sup>/s, em 2040, em favor do Plano.

**Quadro 1.129 - Análise comparativa dos parâmetros de cálculo do balanço “disponibilidade dos mananciais x demandas” utilizados no Projeto da EMBASA e no presente Plano**

| Manancial                              | Vazões (m³/s)                              |       |                                        |      |                      |                      |                                                |                        |                       | Demandas Médias SIAAs Salvador e Recôncavo (m³/s)      |                        |                           |                        |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|-------|----------------------------------------|------|----------------------|----------------------|------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|
|                                        | Disponíveis nos Mananciais (100% garantia) |       | De Restituição a Jusante das Barragens |      | Para Outros Usos     |                      | Disponíveis para SIAAs de Salvador e Recôncavo |                        |                       | Ano 2015                                               |                        | Ano 2040                  |                        |
|                                        | Projeto                                    | Plano |                                        |      | Projeto              | Plano                | Projeto (1)                                    | Plano (2)              | Diferença (1) - (2)   | Projeto                                                | Plano                  | Projeto                   | Plano                  |
|                                        |                                            |       |                                        |      |                      |                      |                                                |                        |                       | 9,75                                                   | 11,24                  | 12,77                     | 12,78                  |
| Pedra do Cavalo                        | 7,00                                       | 7,00  | -                                      | -    | 1,30 (i)<br>1,37 (f) | 1,25 (i)<br>1,86 (f) | 5,70                                           | 5,75 (i)<br>5,14 (f)   | -0,05 (i)<br>0,56 (f) | Disponibilidade para SIAAs Salvador / Recôncavo (m³/s) |                        |                           |                        |
| Joanes                                 | 4,00                                       | 2,42  | -                                      | 0,21 | 0,00                 | 0,00                 | 4,00                                           | 2,21                   | 1,79                  | Santa Helena na Cota 17 m                              |                        | Santa Helena na Cota 10 m |                        |
| Ipitanga                               | 0,80                                       | 0,40  | -                                      | 0,04 | 0,00                 | 0,08 (i)<br>0,15 (f) | 0,80                                           | 0,28 (i)<br>0,21 (f)   | 0,52 (i)<br>0,59 (f)  | Projeto                                                | Plano                  | Projeto                   | Plano                  |
| Santa Helena (cota 17,00 m)            | 6,50                                       | 4,05  | -                                      | 1,99 | 0,70                 | 0,77 (i)<br>1,40 (f) | 5,80                                           | 1,29 (i)<br>0,66 (f)   | 4,51 (i)<br>5,14 (f)  | 16,30 (i)<br>16,23 (f)                                 | 9,53 (i)<br>8,22 (f)   | 17,80 (i)<br>17,73 (f)    | 12,08 (i)<br>10,77 (f) |
| Santa Helena (cota 10,00 m)            | 8,80                                       | 6,60  | 0,80                                   | 1,99 | 0,70                 | 0,77 (i)<br>1,40 (f) | 7,30                                           | 3,84 (i)<br>3,21 (f)   | 3,46 (i)<br>4,09 (f)  | Saldo "Disponibilidade - Demanda" (m³/s)               |                        |                           |                        |
|                                        |                                            |       |                                        |      |                      |                      |                                                |                        |                       | Santa Helena na Cota 17 m                              |                        | Santa Helena na Cota 10 m |                        |
| Total com Santa Helena na cota 17,00 m | 18,30                                      | 13,87 | -                                      | 2,24 | 2,00 (i)<br>2,07 (f) | 2,17 (i)<br>3,41 (f) | 16,30 (i)<br>16,23 (f)                         | 9,53 (i)<br>8,22 (f)   | 6,77 (i)<br>8,15 (f)  | Projeto                                                | Plano                  | Projeto                   | Plano                  |
| Total com Santa Helena na cota 10,00 m | 20,60                                      | 16,42 | 0,80                                   | 2,24 | 2,00 (i)<br>2,07 (f) | 2,17 (i)<br>3,41 (f) | 17,80 (i)<br>17,73 (f)                         | 12,08 (i)<br>10,77 (f) | 5,72 (i)<br>6,96 (f)  | 6,48 (i)<br>3,46 (f)                                   | -1,71 (i)<br>-4,56 (f) | 7,98 (i)<br>4,96 (f)      | 0,84 (i)<br>-2,01 (f)  |

Notas: (i) – início de plano (ano 2015)  
(f) – fim de plano (ano 2040)



No cálculo das vazões disponíveis para os SIAAs de Salvador e do Recôncavo, considerando-se as vazões disponíveis nos mananciais, de restituição e para outros usos, adotadas nos dois estudos, resultam para a situação existente (captação em Santa Helena na cota 17,00 m) e futura (captação em Santa Helena na cota 10,00 m) vazões totais disponíveis de, respectivamente, 16,23 e 17,73 m<sup>3</sup>/s, no Projeto da EMBASA, e 8,22 e 10,77 m<sup>3</sup>/s, no presente Plano, considerando o horizonte de planejamento (ano 2040). Portanto, o projeto da EMBASA acusa uma diferença de vazão disponível para os SIAAs de Salvador e do Recôncavo de + 8,01 m<sup>3</sup>/s em relação ao presente Plano, considerando a captação em Santa Helena para a cota 17,0 m, e + 6,96 m<sup>3</sup>/s, para a captação futura em Santa Helena na cota 10,00 m.

Em relação ao cálculo das demandas, os dois estudos apresentam metodologias diferentes que resultaram em diferentes projeções ao longo do período de alcance do Plano. Em início de plano (ano 2015), o Projeto da EMBASA apresenta demanda média (9,75 m<sup>3</sup>/s) inferior à do presente Plano (11,24 m<sup>3</sup>/s). Em fim de plano (ano 2040), as demandas praticamente se equivalem: 12,77 m<sup>3</sup>/s no projeto da EMBASA contra 12,78 m<sup>3</sup>/s no presente Plano.

Com base nas considerações anteriores chega-se ao balanço “disponibilidade x demanda”, também mostrado no **Quadro 1.129**. Para a situação atual (Santa Helena na cota 17,0 m), o saldo “disponibilidade - demanda” no Projeto da EMBASA indica um superávit de + 6,48 m<sup>3</sup>/s, em 2015, e + 3,46 m<sup>3</sup>/s, em 2040, enquanto o presente Plano indica um déficit de - 1,71 m<sup>3</sup>/s, em 2015, e - 4,56 m<sup>3</sup>/s, em 2040. Para a futura captação de Santa Helena na cota 10,0 m, o saldo “disponibilidade - demanda” no Projeto da EMBASA indica um superávit de + 7,98 m<sup>3</sup>/s, em 2015, e + 4,96 m<sup>3</sup>/s, em 2040, enquanto o presente Plano indica um superávit de + 0,84 m<sup>3</sup>/s, em 2015, e um déficit de - 2,01 m<sup>3</sup>/s, em 2040.

### **Conclusões e recomendações:**

Os diferentes resultados do balanço “disponibilidade x demanda” considerados nos dois estudos resultam em diferentes situações para a definição das etapas de obras do Sistema Adutor de Água Bruta Santa Helena – Joanes II.

O Projeto da EMBASA indica um saldo positivo para a disponibilidade dos mananciais, tanto em início como em fim de plano, mesmo sem nenhuma intervenção em Santa Helena. Desse modo, as ampliações do Sistema Adutor previstas na 2ª e 3ª etapas do projeto da EMBASA somente seriam necessárias em horizontes além do ano 2040.

De acordo com o presente Plano, elaborado com base em estudos hidrológicos atualizados e estudos de demanda que levam em conta os dados operacionais de consumo nos sistemas de abastecimento, a disponibilidade total dos mananciais atuais é deficitária frente às demandas previstas durante todo o período de alcance do plano, variando de - 1,71 m<sup>3</sup>/s (ano 2015) até - 4,56 m<sup>3</sup>/s (ano 2040). Ainda que fosse ampliado o Sistema Adutor de Água Bruta Santa Helena – Joanes II para aproveitamento de sua disponibilidade máxima (captação na cota 10,00 m) haveria um déficit de disponibilidade em relação às demandas de 2040, estimado em - 2,01 m<sup>3</sup>/s, a ser coberto por outro(s) manancial(is).

Com base nos comentários anteriores, tem-se as seguintes restrições quanto aos parâmetros adotados no projeto da EMBASA:

- As vazões disponíveis nos mananciais, conforme revisão realizada no presente Plano, sugerem que as disponibilidades adotadas no projeto da EMBASA, advindas de estudos anteriores, não representam as capacidades atuais de regularização dos mananciais dos SIAAs de Salvador e do Recôncavo. Sendo assim, os valores adotados no projeto da EMBASA estariam superestimados, de modo muito expressivo;
- O projeto desconsidera vazões de restituição nas represas de Ipitanga I e Joanes I, e adota uma vazão de restituição de apenas 0,8 m<sup>3</sup>/s para a represa de Santa Helena, menor do que a requerida

pela Instrução Normativa SRH N.01/2007, presumindo-se que esse critério poderá se refletir em maiores impactos ambientais na região estuarina dos respectivos rios, em particular o rio Jacuípe (veja-se o trabalho “Avaliação dos impactos da barragem de Santa Helena no trecho estuarino do rio Jacuípe, litoral norte da Bahia – Brasil”, G. M. P. Lima e colaboradores), a exemplo do que ocorre no estuário do rio Joanes;

- O projeto prevê inexpressivo aumento das vazões atuais de outros usuários da adutora de Pedra do Cavalo, e admite a redução em 50% da vazão da Braskem contratada com a EMBASA, subestimando essas demandas frente às projeções do presente Plano, as quais foram devidamente justificadas;
- O projeto subestima a demanda média do SIAA de Salvador e do Recôncavo em início de Plano, adotando o valor de 9,75 m³/s, uma vez que os registros do Controle Operacional de Água e Esgoto da EMBASA indicam uma demanda média atual superior a 11 m³/s;
- A vazão adotada no projeto do Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II, de 10 m³/s, é muito superior à vazão disponível para o SIAA de Salvador, conforme indicam os estudos de reavaliação da disponibilidade do reservatório de Santa Helena realizados no presente Plano.

Portanto, considerando que o Projeto da EMBASA deverá servir de referência para a contratação das obras, tão logo seja concluído, recomenda-se a sua revisão nos seguintes aspectos:

- As projeções de população e demandas deverão ser adequadas conforme estudos elaborados no presente Plano;
- As vazões disponíveis nos mananciais e respectivas vazões de restituição deverão ser adequadas conforme estudos hidrológicos do presente Plano;
- O balanço “disponibilidade x demanda” deverá ser compatibilizado com o elaborado no presente Plano;
- O Projeto Básico de Ampliação do Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II deverá ser implantado de imediato, em etapa única, pois, conforme os estudos do presente Plano, trata-se de obra de caráter emergencial, suficiente apenas para atender as demandas previstas até o ano 2018, com 100% de garantia.
- A vazão de projeto do Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II, definida no Projeto da EMBASA em 10 m³/s, deve ser reavaliada, pois os estudos hidrológicos realizados no presente Plano para o reservatório de Santa Helena indicam uma grande redução da capacidade de regularização deste manancial em relação aos estudos anteriores que serviram de base para elaboração do projeto.