

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 2/3

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

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

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

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

LISTA DE QUADROS

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

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

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

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

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

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

Quadro 1.181 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R17	292
Quadro 1.182 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R17	293
Quadro 1.183 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R17	293
Quadro 1.184 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R18	294
Quadro 1.185 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R18	295
Quadro 1.186 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R18	295
Quadro 1.187 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R21 proposto para a Alternativa 1	297
Quadro 1.188 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R21 na Alternativa 1	297
Quadro 1.189 - Resumo da ampliação das tubulações do Setor R21 (único) na concepção da Alternativa 1	298
Quadro 1.190 - Nível Operacional da Reservação do R21A proposto	298
Quadro 1.191 - Níveis Operacionais da Reservação do R21B proposto	299
Quadro 1.192 - Resumo da ampliação das tubulações do Setor R21B – Alternativa 2	299
Quadro 1.193 - Custo Alternativa 1	300
Quadro 1.194 - Custo Alternativa 2	300
Quadro 1.195 - Estimativa de Custos dos Reservatórios	301
Quadro 1.196 - Avaliação das Tubulações Existentes das Linhas de Recalque	302
Quadro 1.197 - Estimativa das Alturas Manométricas das Elevatórias Setoriais	303
Quadro 1.198 - Estimativa dos Custos de Intervenções nas Elevatórias Setoriais	304
Quadro 1.199 - Estimativa dos Custos de Intervenções nas Linhas de Recalque das Elevatórias Setoriais	304
Quadro 1.200 – Estimativa dos Custos de Linhas-Tronco nos Setores de Abastecimento	305
Quadro 1.201 - Estimativa dos Custos Unitários de Caixas de VRPs	305
Quadro 1.202 - Estimativa da Quantidade de VRPs nos Setores de Abastecimento	306
Quadro 1.203 - Estimativa dos Custos de VRPs nos Setores de Abastecimento	306
Quadro 1.204 - Demonstrativo da Estimativa de Custo de Extensão de Rede Secundária e de Ligações Domiciliares	308
Quadro 1.205 - Rateio do Custo Total de Rede Secundária Nova e de Ligações Domiciliares Novas	309
Quadro 1.206 - 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 2/3

1.2 TRATAMENTO DE LODO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

As Estações de Tratamento de Água do SIAA de Salvador não contam com tratamento regular das águas residuais descartadas nos processos de decantação e lavagem dos filtros, comumente referidas como lodo gerado no processo de tratamento de água.

Na ETA Principal, atualmente os lodos gerados são submetidos a um pré-adensamento em um tanque, com reaproveitamento da água sobrenadante, que retorna para a entrada de água bruta para ser reprocessada. Os lodos sedimentados no tanque são lançados em um afluente do rio Joanes, sem qualquer tratamento.

A água tratada na ETA Principal é proveniente de dois mananciais: o rio Paraguaçu, com captação na barragem de Pedra do Cavalo, e o rio Joanes, com captação na barragem Joanes II, que, por sua vez, recebe a contribuição do rio Jacuípe, através da reversão de bacias entre as barragens de Santa Helena e Joanes II.

A qualidade da água destes mananciais é bastante diferenciada. A água da barragem Pedra do Cavalo tem turbidez muito baixa durante a maior parte do ano e cor bastante elevada, chegando a atingir valores acima de 200 UC. A água da barragem Joanes II varia muito ao longo do ano. Nos períodos chuvosos, entre os meses de março e julho, a turbidez aumenta bastante. A variação da cor é menos significativa ao longo do ano. A quantidade de lodos gerada no tratamento da água varia de acordo com as mudanças na qualidade da água bruta, acompanhando as variações climáticas sazonais.

As Estações de Tratamento de Água do parque da Bolandeira (Theodoro Sampaio e Vieira de Mello), por sua vez, encaminham os lodos gerados nos decantadores e as águas de lavagens dos filtros para o emissário de disposição oceânica de esgotos do Sistema Jaguaribe.

A norma técnica NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) é responsável por classificar os resíduos sólidos em diferentes níveis de periculosidade, considerando possíveis riscos ambientais e à saúde pública. Segundo esta norma, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água são definidos como resíduos sólidos, portanto, devem ser tratados e dispostos dentro dos critérios nela definidos.

A resolução Nº 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) determina as condições que devem ser cumpridas para o lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora, direta ou indiretamente nos corpos d'água. Tais condições impedem o lançamento, sem prévio tratamento, do lodo produzido nas ETA's, devido à grande concentração de sólidos sedimentáveis presentes neste resíduo.

A concepção dos sistemas de tratamento de lodos das ETA's do SIAA de Salvador, ainda inexistentes, requer o conhecimento de inúmeros parâmetros de projeto, inclusive experimentais, cuja determinação excede o escopo e prazo do presente Plano. Considerando que se encontra em andamento o Projeto Básico de Ampliação do SIAA de Salvador, contratado pela EMBASA com a empresa Hita Engenharia, incluindo o tratamento de lodo da ETA Principal, apresenta-se no **Apêndice 4** o Termo de Referência para a elaboração dos projetos básicos dos sistemas de tratamento e disposição final dos lodos das ETA's do SIAA de Salvador, considerando as diversas variáveis condicionantes do processo de tratamento, permitindo que os efluentes resultantes sejam eventualmente lançados no corpo receptor de acordo com os parâmetros previstos pela legislação ambiental e os sólidos adequadamente dispostos em aterro sanitário. Esse termo de referência complementa as especificações do Edital de contratação do projeto.

1.3 SISTEMA ADUTOR DE ÁGUA TRATADA

1.3.1 Introdução

O SIAA de Salvador compreende o abastecimento de água de três Municípios, quais sejam, o de Salvador, o de Lauro de Freitas e o de Simões Filho. Uma parte de Salvador e dos outros dois municípios recebem água tratada produzida na ETA Principal, enquanto a parte restante de Salvador recebe água tratada no Parque da Bolandeira, constituído pelas ETA's Theodoro Sampaio e Vieira de Mello. A distribuição de água potável é dividida por Setores, sendo estes formados por Zonas de Abastecimento e Faturamento. Ao todo são 57 Zonas alimentadas por 14 Setores. Observa-se que algumas Zonas têm suas Linhas Tronco conectadas diretamente com Adutoras e Subadutoras de Água Tratada, sobrecarregando essas últimas devido aos acréscimos de vazão decorrentes da Variação Horária de Consumo. Conforme previsto na fase de diagnóstico, os abastecimentos de zonas a partir de ligações diretas na rede serão extintos. Todas as zonas passarão a integrar Setores abastecidos a partir de reservatórios, com capacidade de reserva suficiente para supri-las. Desta forma caberá à adutora transportar apenas as Variações Diárias de Consumo.

A Adutora Principal representa um dos principais eixos de veiculação de água tratada do SIAA. A partir do *stand-pipe* da ETA Principal, essa adutora se estende por cerca de 30 km seguindo, em sua maior extensão, ao lado da BR-324, terminando no Reservatório R7 (Cabula). Ao longo de seu traçado a Adutora Principal alimenta os seguintes Reservatórios: R21, R23, R18, R10, R17, R14, R20 e R25. Além desses Reservatórios, a referida adutora também abastece diretamente as Zonas 79, 81, 82, 83, 84, 64, 65, 77, 70, 62, 27, 20 e 21. Conforme apresentado na fase de diagnóstico, essas zonas passarão a integrar setores, extinguindo o abastecimento direto da adutora. Ainda está prevista a criação de um novo Setor nas imediações do CIA I (denominado R21B, a ser projetado), a reativação dos Setores R4 e R6 e a implantação do novo Centro de Reserva R23B (já projetado).

O reservatório R7 alimenta uma Subadutora que leva água para os Reservatórios R3, R4 (temporariamente desativado), R5, R19 e R15, assim como abastece diretamente as redes das Zonas 8, 9, 10, 12 e 13.

O Reservatório R7T abastece seu próprio Setor, as zonas 23, 24, 25, 26 e parte da zona 27, a qual também recebe água da adutora Principal.

O Reservatório R7 é alimentado pela Adutora Principal e por dois recalques que partem do Parque de Bolandeira: o de Alta Carga, através de adutora de aço com diâmetro de 1.500 mm; e a partir da Estação Elevatória da ETA Theodoro Sampaio, por intermédio das duas tubulações em paralelo, ambas com diâmetro de 600 mm. Essas duas adutoras possuem derivações que funcionam como Linhas Tronco abastecendo algumas áreas por distribuição em marcha, sendo a adução para o R7 bastante restrita, razão pela qual as vazões dessas linhas não serão incluídas no presente estudo.

A Adutora Principal está sendo ampliada, tendo sido implantado recentemente um trecho com diâmetro de 2.100 mm ao lado da tubulação existente. Anteriormente já existiam dois trechos duplicados, um com 2.300 mm de diâmetro e outro com 1.600 mm de diâmetro.

1.3.2 Ampliação da Adutora Principal

A adutora Principal de água tratada foi verificada pelo programa Epanet para as demandas do ano 2015, tendo o cálculo indicado que a capacidade de escoamento global do sistema é de 7.004,02 L/s, enquanto a demanda máxima diária total atual a ser atendida é de 9.221,52 L/s. Conclui-se assim, de um modo geral, que o sistema não tem hoje capacidade para o atendimento das demandas a serem supridas.

Dos nove reservatórios supridos pelo sistema apenas um tem atualmente sua demanda atendida, o R21 (Simões Filho).

Nas simulações realizadas na fase de diagnóstico, foram previstos nos ramais de alimentação dos reservatórios R21 e R25 e nas zonas ZA-79/ ZA-82, ZA-83/ ZA-65, ZA-84 limitadores de vazão como placas de orifício e/ou válvulas de controle, para reduzir as vazões aduzidas para estes reservatórios, aumentando a disponibilidade de carga do sistema para atendimento de outros reservatórios onde existe deficiência no suprimento.

Oito dentre os nove reservatórios alimentados pelo sistema não tem suas demandas atuais supridas pelo sistema, sendo que as maiores deficiências ocorrem nos reservatórios R23A (Lauro de Freitas), R17 (Pirajá), R14 (Águas Claras) e R7 (Cabula).

Considerando as velocidades médias diagnosticadas ao longo da adutora principal, constata-se que não existem trechos onde o escoamento se dê com velocidades elevadas.

Com base nos comentários anteriores, conclui-se pela necessidade de serem realizadas ampliações tanto na adutora principal como em alguns ramais para o atendimento das demandas atuais e futuras, a serem supridas pelo sistema.

1.3.2.1 Critérios Básicos Adotados

A partir da evolução das demandas futuras, será analisada a necessidade da ampliação da adutora Principal de água tratada, considerando novos diâmetros nos trechos ainda não duplicados e computando-se os custos das tubulações, dos assentamentos e os custos de energia elétrica do recalque de Alta Carga para o Reservatório R7 e da EEAT da ETA Principal para o *Stand Pipe*.

Nas simulações foram considerados os seguintes critérios básicos:

- Cálculo das Perdas de Carga nos condutos através da equação de Darcy-Weisbach, considerando Rugosidade Absoluta Média das tubulações já implantadas igual a 1,0 mm. Este valor, considerado conservador, busca caracterizar o desgaste das tubulações que integram o sistema, funcionando há mais de 20 anos. Para as tubulações ainda não implantadas considerou-se a rugosidade de 0,2 mm;
- Nível D'água Mínimo no *stand pipe* da ETA = 135,70 m;
- Alimentação dos Reservatórios setoriais nos seus níveis máximos, uma vez que a entrada das tubulações, que abastecem os Reservatórios, segundo a EMBASA, se dá aproximadamente nesta elevação; e
- Abastecimento direto da rede de Passagem dos Teixeira e Recôncavo com a Demanda Máxima Diária de final de Plano (ano 2040).

Foram adicionadas também Válvulas Reguladoras de Vazão na entrada dos Reservatórios, para evitar que fossem aduzidas aos mesmos vazões maiores que as demandas definidas para os Setores e também promover o balanceamento do sistema.

No estudo de ampliação da Adutora ETA Principal - R7 foram consideradas as ampliações que já estão sendo executadas pela EMBASA, a saber:

- Trecho em paralelo à Adutora Principal, trecho entre a Derivação para o R23 até a Derivação para o R14, de DN 2.100 e extensão de 9.039 m; e
- Trecho de DN 1.600 e extensão de 700 m, à jusante da tubulação já ampliada de 1.600 mm da Adutora Principal.

Nas simulações hidráulicas, e também para cálculo do custo de energia, foi considerada a vazão máxima diária conforme apresentado no **Quadro 1.130**.

Quadro 1.130 - Demandas máximas diárias dos setores abastecidos pela adutora ETA-R7.

SETORES	DEMANDAS (l/s)	
	2015	2040
RECÔNCAVO	298,00	354,00
P. TEIXEIRAS	13,50	13,50
R21A	111,56	150,61
R21B	169,60	240,39
R23A	538,49	811,26
R23B	321,21	549,22
R18	855,89	1.006,20
R10	447,80	455,06
R17	446,81	451,96
R14	1.304,73	1.457,95
R20	1.057,56	1.302,46
R25	441,75	456,70
R6	626,37	613,45
R7	4.385,37 ⁽¹⁾	4.596,44 ⁽¹⁾
TOTAL	11.018,64	12.459,20

Nota: (1) inclui a demanda do setor R7 a ser atendida pela ETA Bolandeira estimada em 1.840 L/s no ano de 2040.

1.3.2.2 Custos Unitários Adotados

Com base nos critérios e parâmetros, descritos no **Apêndice 3**, são apresentados a seguir os quadros que sintetizam os custos unitários (materiais + serviços) das adutoras. No **Quadro 1.131** consideram-se os tubos de PVC PBA CL 12, PVC DEFºFº (PN10) e FºFº (TK 7 JGS). O **Quadro 1.132** apresenta os custos da composição e espessura das tubulações em Aço Carbono.

Quadro 1.131 - Custo de materiais e serviços das tubulações

MATERIAL DA TUBULAÇÃO	DIÂMETRO (mm)	FORNECIMENTO DOS MATERIAIS			SERVIÇOS (R\$)	TOTAL (MATERIAIS + SERVIÇOS) (R\$)
		TUBO (R\$)	PEÇAS, CONEXÕES E VÁLVULAS (R\$)	TOTAL		
				MATERIAIS (R\$)		
PVC PBA CL 12	50	6,44	0,32	6,76	81,16	87,92
	75	13,16	0,66	13,82	84,66	98,48
PVC DE Fº Fº	100	28,79	1,44	30,23	88,96	119,19
	150	58,46	2,92	61,38	138,22	199,61
	200	99,48	4,97	104,45	166,72	271,18
	250	151,37	7,57	158,94	180,54	339,47
	300	214,11	10,71	224,82	190,84	415,66

(continua)

Quadro 1.131 - Custo de materiais e serviços das tubulações (Continuação)

MATERIAL DA TUBULAÇÃO	DIÂMETRO (mm)	FORNECIMENTO DOS MATERIAIS			SERVIÇOS (R\$)	TOTAL (MATERIAIS + SERVIÇOS) (R\$)
		TUBO (R\$)	PEÇAS, CONEXÕES E VÁLVULAS (R\$)	TOTAL		
				MATERIAIS (R\$)		
Fº Fº TK 7 JGS	80	128,41	6,42	134,83	80,56	215,39
	100	129,91	6,50	136,41	83,72	220,12
	150	163,68	8,18	171,86	94,62	266,48
	200	205,58	10,28	215,86	103,84	319,70
	250	248,04	12,40	260,44	157,67	418,11
	300	301,64	15,08	316,72	187,22	503,95
	350	358,32	17,92	376,24	200,33	576,56
	400	404,46	20,22	424,68	218,24	642,93
	500	540,45	27,02	567,47	372,56	940,03
	600	717,25	35,86	753,11	422,82	1.175,93
	700	1.066,00	53,30	1.119,30	464,22	1.583,52
	800	1.366,46	68,32	1.434,78	508,07	1.942,86
	900	1.547,80	77,39	1.625,19	555,71	2.180,90
	1000	1.781,71	89,09	1.870,80	606,30	2.477,09
	1200	2.468,81	123,44	2.592,25	725,12	3.317,37

Quadro 1.132 - Custo de materiais e serviços das tubulações em aço carbono

DIÂMETRO (mm)	ESPESSURA ADOTADA		FORNECIMENTO DOS MATERIAIS			SERVIÇOS			TOTAL (MATERIAIS + SERVIÇOS) (R\$/m)
			TUBO (R\$/m)	PEÇAS, CONEXÕES E VÁLVULAS (R\$/m)	TOTAL MATERIAIS (R\$/m)	SERVIÇOS DE MONTAGEM (R\$/m)	SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO (R\$/m)	TOTAL SERVIÇOS (R\$/m)	
	(mm)	pol.							
500	6,35	1/4"	755,75	37,79	793,54	289,64	257,79	547,43	1.340,97
600	6,35	1/4"	908,85	45,44	954,29	348,32	432,28	780,59	1.734,88
700	6,35	1/4"	1.061,94	53,10	1.115,04	406,99	476,12	883,11	1.998,14
800	6,35	1/4"	1.215,03	60,75	1.275,79	465,66	520,96	986,63	2.262,41
900	6,35	1/4"	1.368,13	68,41	1.436,54	524,34	569,80	1.094,14	2.530,67
1000	7,94	5/16"	1.898,49	94,92	1.993,42	727,60	620,29	1.347,88	3.341,30
1100	7,94	5/16"	2.089,86	104,49	2.194,35	800,94	677,78	1.478,72	3.673,07
1200	7,94	5/16"	2.281,23	114,06	2.395,29	874,28	735,90	1.610,18	4.005,47
1300	9,53	3/8"	2.963,47	148,17	3.111,64	1.135,75	798,17	1.933,92	5.045,57
1400	9,53	3/8"	3.193,11	159,66	3.352,77	1.223,76	864,85	2.088,61	5.441,38
1500	12,70	1/2"	4.553,95	227,70	4.781,65	1.745,30	930,50	2.675,80	7.457,45
1600	12,70	1/2"	4.860,14	243,01	5.103,15	1.862,65	998,01	2.860,66	7.963,80
1700	12,70	1/2"	5.166,33	258,32	5.424,64	1.980,00	1.071,05	3.051,05	8.475,69
1800	12,70	1/2"	5.472,52	273,63	5.746,14	2.097,34	1.144,19	3.241,53	8.987,67
1900	12,70	1/2"	5.778,71	288,94	6.067,64	2.214,69	1.220,13	3.434,82	9.502,46

(continua)

Quadro 1.132 - Custo de materiais e serviços das tubulações em aço carbono (Continuação)

DIÂMETRO (mm)	ESPESSURA ADOTADA		FORNECIMENTO DOS MATERIAIS			SERVIÇOS			TOTAL (MATERIAIS + SERVIÇOS) (R\$/m)
			TUBO (R\$/m)	PEÇAS, CONEXÕES E VÁLVULAS (R\$/m)	TOTAL MATERIAIS (R\$/m)	SERVIÇOS DE MONTAGEM (R\$/m)	SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO (R\$/m)	TOTAL SERVIÇOS (R\$/m)	
2000	15,88	5/8"	7.593,97	379,70	7.973,67	2.910,39	1.303,13	4.213,52	12.187,19
2100	15,88	5/8"	7.976,70	398,84	8.375,54	3.057,07	1.603,42	4.660,49	13.036,03
2200	15,88	5/8"	8.359,44	417,97	8.777,41	3.203,76	1.697,31	4.901,06	13.678,48
2300	15,88	5/8"	8.742,18	437,11	9.179,29	3.350,44	1.764,37	5.114,81	14.294,09
2400	15,88	5/8"	9.124,91	456,25	9.581,16	3.497,12	1.861,50	5.358,62	14.939,78
2500	19,05	3/4"	11.394,60	569,73	11.964,33	4.366,98	1.963,15	6.330,13	18.294,45

Para o cálculo do custo de energia elétrica foi utilizada a estrutura tarifária horo-sazonal Azul A4 praticada pela COELBA, de 15/04/2014, em vigor no mês de referência das estimativas de custo (Julho 2014), referente a serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e saneamento, já incluídos os impostos devidos a ICMS, no valor 18,36%, e de PIS/COFINS, de 1,58%.

Com base nas tarifas praticadas pela COELBA e admitindo 21 h/dia fora de ponta e 3 h/dia na ponta e também 7 meses/ano de período seco e 5 meses/ano de período úmido, chega-se aos seguintes custos médios, em Reais, de consumo e de demanda de energia elétrica:

- Tarifa Média do Consumo de Energia: R\$ 0,1836 / kWh
- Tarifa Média da Demanda de Energia: R\$ 19,1903 / kW.mês

Para o cálculo do custo total, usou-se o total dos valores presentes anuais dos custos de tubulações e de energia elétrica, no período entre 2015 e 2040, admitindo-se a taxa de juros de 12% ao ano.

Conforme orientação da prática operacional atual da EMBASA, foi considerado, em final de plano, um período diário de 24 h de bombeamento.

1.3.2.3 Descrição da Solução Adotada

A modelagem matemática do sistema hidráulico demonstrou a necessidade das seguintes intervenções na Adutora Principal:

- Duplicação do trecho existente de DN 2.300 e extensão de 12.668 m, com tubulação em paralelo de DN 2.100 de mesma extensão;
- Duplicação de parte do trecho existente de DN 1.200 e de extensão de 4.890 m, com uma tubulação em paralelo de mesmo diâmetro e extensão de 2.390 m;
- Duplicação do ramal que abastecerá o R23B com DN 600 mm e extensão de 5.107 m;
- Duplicação de trecho a montante do R23A e a jusante da derivação do R23B com DN 500 mm extensão de 3.890 m;
- Duplicação do ramal que abastece o R20 com DN 500 mm e extensão de 6648 m; e
- Implantação do Ramal para abastecimento do centro de reservação do novo setor R21B, com DN 400 mm e extensão de 540 m.

A configuração atual da Adutora Principal, com seus ramais de alimentação dos Reservatórios, está apresentada na **Figura 1.58**, na qual podem ser visualizados os diâmetros e extensões dos trechos. Na sequência, a **Figura 1.59** ilustra a condição de ampliação da Adutora Principal ETA / R7 ampliada para atendimento das demandas até o ano de 2040.

As vazões, de 2015 a 2040, da ETA Principal e de Chegada no R7, foram calculadas pelo balanço de vazão de acordo com a disponibilidade de água dos mananciais e as demandas máximas diárias para final de plano. Para os anos intermediários, as vazões foram determinadas por interpolação linear entre os valores extremos de início e final de plano.

As vazões Derivadas do R7 referem-se às demandas do próprio Setor R7 mais as demandas da Subadutora R7-R15.

Para melhor entendimento deste balanço de massas, apresenta-se a seguir as sequências de cálculo das vazões de recalque da elevatória de Alta Carga para RAP do R7 e da Elevatória da ETA Principal para o *Stand Pipe*.

- **Determinação da vazão de recalque de água tratada da elevatória de Alta Carga para RAP do R7:**
 - Vazão de água bruta disponibilizada pelos mananciais (com 100% de garantia) que atendem as ETAs do Parque da Bolandeira = 3.327 L/s (Joanes I) + 210 L/s (Ipitanga I) = 3.537 L/s (total);
 - Perdas que ocorrem ao longo do sistema de adução até as ETAs = 5%;
 - Vazão de água bruta afluyente à entrada das ETAs = $0,95 \times 3.537 = 3.360$ L/s (esta vazão foi considerada como constante até o ano 2040, em face de não haver disponibilidade de área para ampliação das ETAs do Parque da Bolandeira);
 - Consumo interno nas ETAs = 5%;
 - Vazão de água tratada efluente das ETAs, disponibilizada para consumo = $0,95 \times 3.360 = 3.192$ L/s;
 - Vazão máxima diária (ano 2040) para atendimento ao Setor R1 (Duna) = 1.352 L/s;
 - Vazão máxima diária (ano 2040) prevista para ser bombeada pela estação elevatória de Alta Carga para atendimento às demandas do Setor R7 e da subadutora R7-R15 = $3.192 - 1.352 = 1.840$ L/s.
- **Determinação da vazão de recalque da Elevatória da ETA Principal para Stand Pipe:**
 - Demanda total (máxima diária, no ano 2040) dos setores atendidos pela adutora principal ETA/R7 = 12.459,20 L/s;
 - Contribuição da ETA Bolandeira para o R7 = 1.840 L/s;
 - Vazão máxima diária (ano 2040) a ser bombeada pela estação elevatória de água tratada da ETA Principal para o Stand-Pipe = $12.459 - 1.840 = 10.619$ L/s.

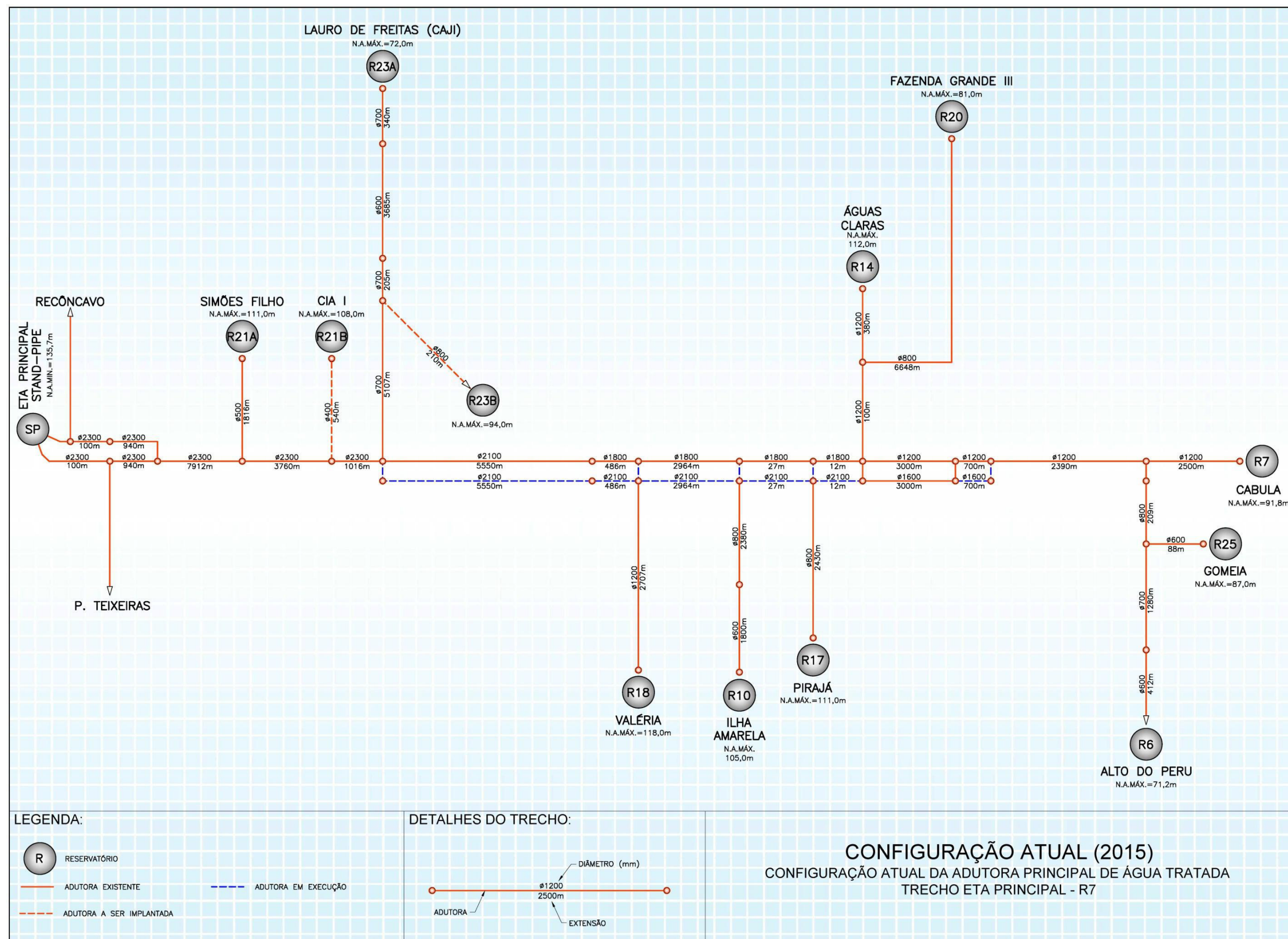


Figura 1.58 - Configuração Atual da Adutora Principal e Ramais

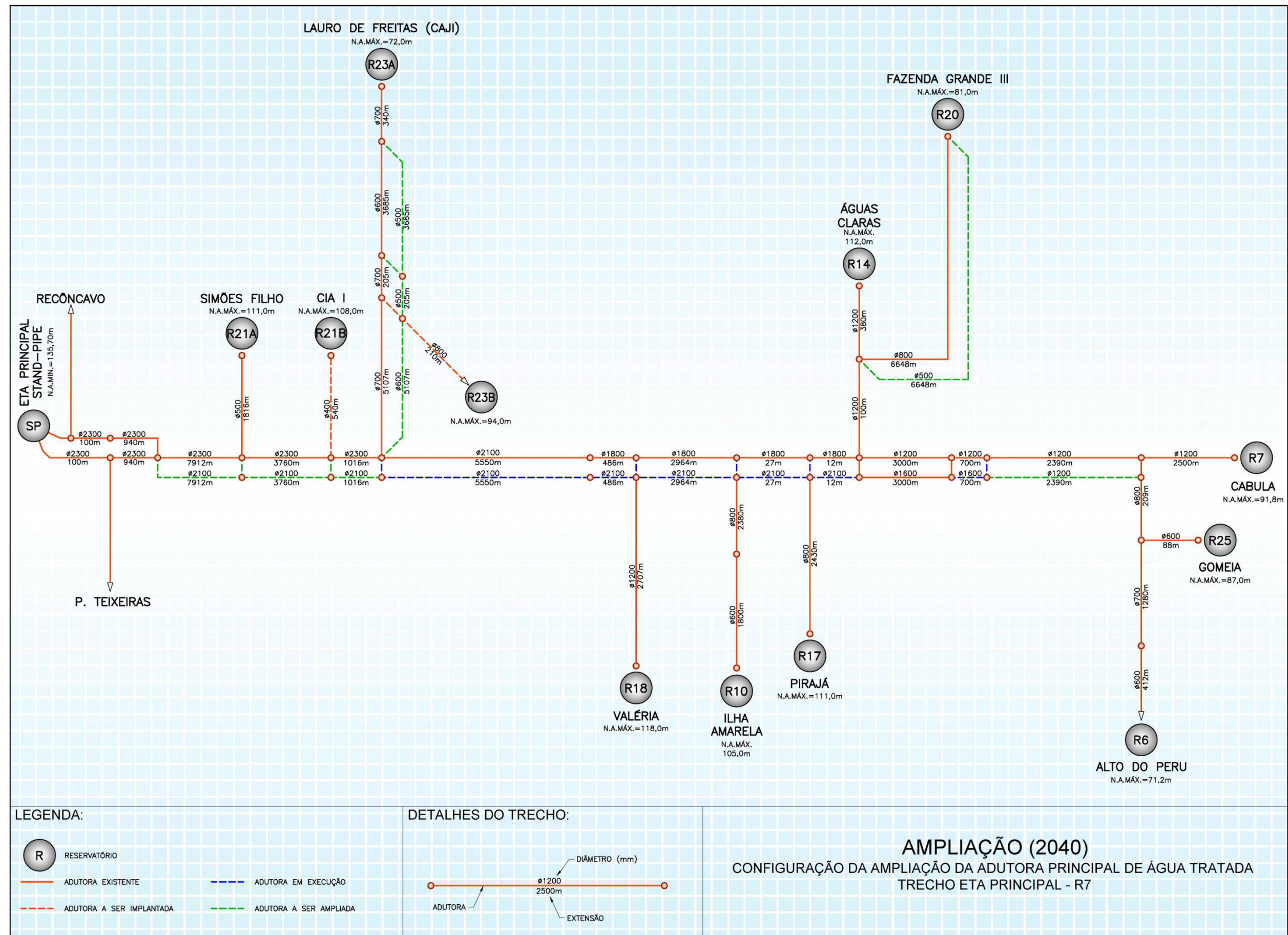


Figura 1.59 - Configuração Ampliada da Adutora Principal e Ramais (atendimento até o ano 2040)

Os resultados obtidos através da simulação da condição da adutora ampliada para atendimento do ano 2040 são apresentados no **Quadro 1.133** e **Quadro 1.134**. Por sua vez, o **Quadro 1.135** apresenta os resultados das perdas de carga das válvulas reguladoras de vazão a serem instaladas na entrada de cada um dos centros de reservação, para fins de equilíbrio hidráulico quantitativo do sistema.

Quadro 1.133 - Resultado da simulação na linha principal

TRECHOS DA LINHA PRINCIPAL (Ampliação para até o ano 2040)						
Descrição		DN (mm)	Extensão (m)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (m/km)
Standpipe / Recôncavo	P. Teixeira	2.300	100	5.132,45	1,24	0,56
		2.300	100	5.132,58	1,24	0,56
P. Teixeira	Final duplicação DN 2300	2.300	940	5.125,76	1,23	0,55
		2.300	940	5.125,77	1,23	0,55
Final duplicação DN 2300	Derivação p/ R21A	2.100	7.912	4.888,99	1,41	0,61
		2.300	7.912	5.362,54	1,29	0,61
Derivação p/ R21A	Derivação p/ R21B	2.100	3.760	4.816,58	1,39	0,59
		2.300	3.760	5.284,34	1,27	0,59
Derivação p/ R21B	Derivação p/ R23A/R23B	2.100	1.016	4.701,03	1,36	0,56
		2.300	1.016	5.159,50	1,24	0,56
Derivação p/ R23A/R23B	Redução 2100 x 1800	2.100	5.550	4.556,37	1,32	0,53
		2.100	5.550	3.943,68	1,14	0,53
Redução 2100 x 1800	Derivação p/ R18	2.100	486	5.390,84	1,56	0,73
		1.800	486	3.109,21	1,22	0,73
Derivação p/ R18	Derivação p/ R10	2.100	2.964	4.749,59	1,37	0,57
		1.800	2.964	2.744,26	1,08	0,57
Derivação p/ R10	Derivação p/ R17	2.100	27	4.459,64	1,29	0,51
		1.800	27	2.579,15	1,01	0,51
Derivação p/ R17	Derivação p/ R14/R20	2.100	12	4.171,81	1,20	0,44
		1.800	12	2.415,02	0,95	0,44
Derivação p/ R14/R20	Final Duplicação DN 1600 Existente	1.600	3.000	2.602,39	1,29	0,95
		1.200	3.000	1.224,04	1,08	0,95
Final Duplicação DN 1600 Existente	Final Duplicação DN 1600 Projetada	1.600	700	2.723,53	1,35	0,77
		1.200	700	1.102,89	0,98	0,77
Final Duplicação DN 1600 Existente	Derivação R25/R6	1.200	2.390	1.761,25	1,56	1,96
		1.200	2.390	2.065,17	1,83	1,96
Derivação R25/R6	R7	1.200	2.500	2.756,27	2,44	4,78

Quadro 1.134 - Resultado da simulação nos ramais

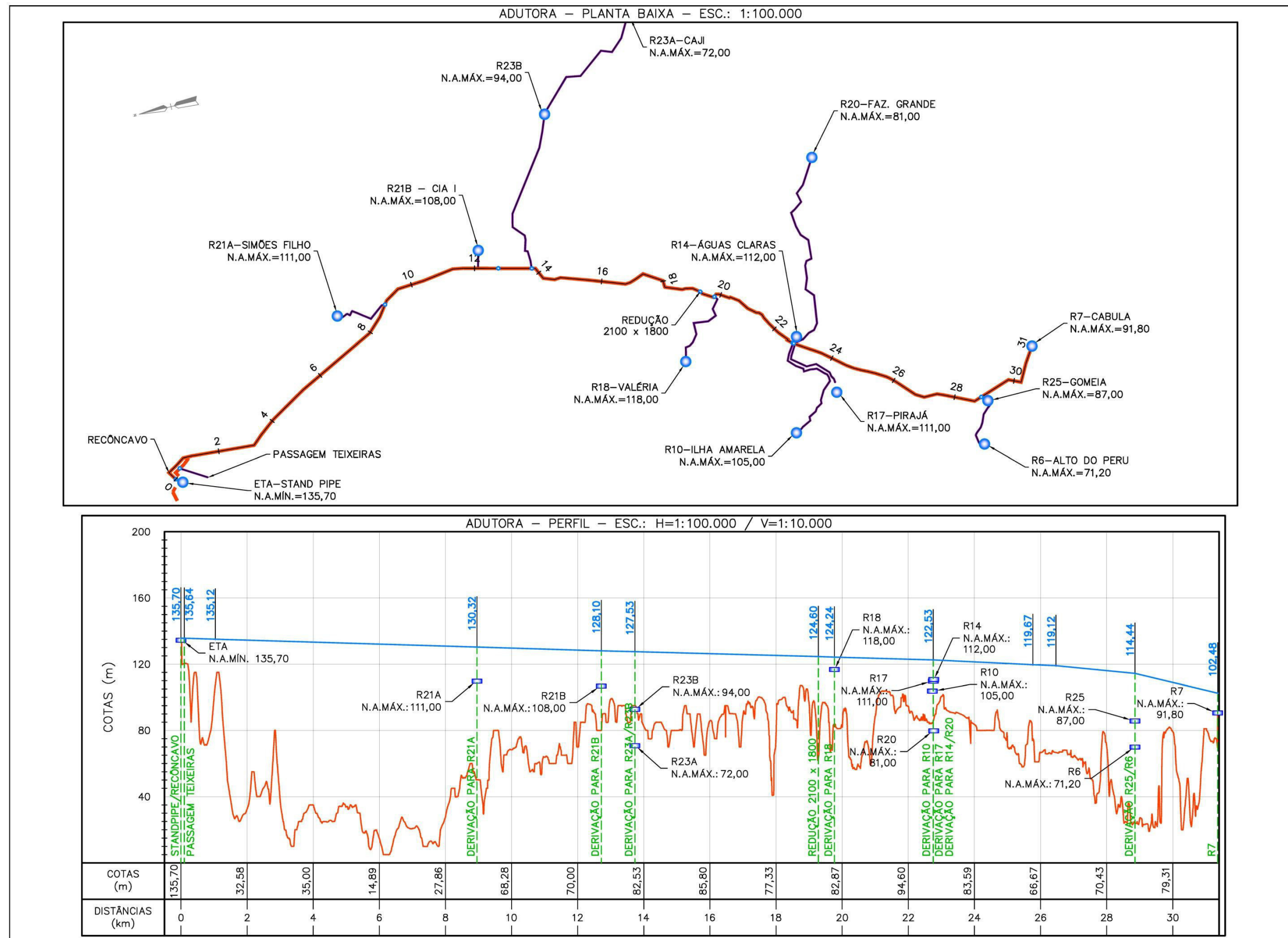
TRECHOS DAS RAMIFICAÇÕES (Ampliação para até o ano 2040)						
Descrição		DN (mm)	Extensão (m)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (m/km)
Derivação p/ R21A	R21A	500	1.816	150,61	0,77	1,44
Derivação p/ R21B	R21B	400	540	240,39	1,91	8,14
Derivação p/ R23A/R23B	Derivação p/ R23B	700	5.107	758,23	1,97	6,13
		600	5.107	602,25	2,13	6,13
Derivação p/ R23B	R23B	800	210	549,22	1,09	1,17
Derivação p/ R23B	Redução DN 700 X 600	700	205	544,43	1,41	3,17
		500	205	266,83	1,36	3,17
Redução DN 700 X 600	Ampliação DN 600 X 700	600	3.685	466,68	1,65	5,23
		500	3.685	344,58	1,75	5,23
Ampliação DN 600 X 700	R23A	700	340	811,26	2,11	7,01
Derivação p/ R18	R18	1.200	2.707	1.006,20	0,89	0,65
Derivação p/ R10	Redução DN 800 X 600	800	2.380	455,06	0,91	1,11
Redução DN 800 X 600	R10	600	1.800	455,06	1,61	4,98
Derivação p/ R17	R17	800	2.430	451,96	0,90	1,09
Derivação p/ R14/R20	Derivação p/ R20	1.200	100	2.760,41	2,44	4,80
Derivação p/ R20	R20	800	6.648	967,46	1,92	4,95
		500	6.648	335,00	1,71	4,95
Derivação p/ R20	R14	800	380	1.457,95	2,90	11,20
Derivação p/ R25/R6	Derivação p/ R25	800	209	1.070,15	2,13	6,05
Derivação p/ R25	R25	600	88	456,70	1,62	5,01
Derivação p/ R25	Redução DN 600 X 700	700	1.280	613,45	1,59	4,02
Redução DN 600 X 700	R6	600	412	613,45	2,17	9,02

Quadro 1.135 - Perda de carga localizada nas válvula imediatamente a montante dos reservatório

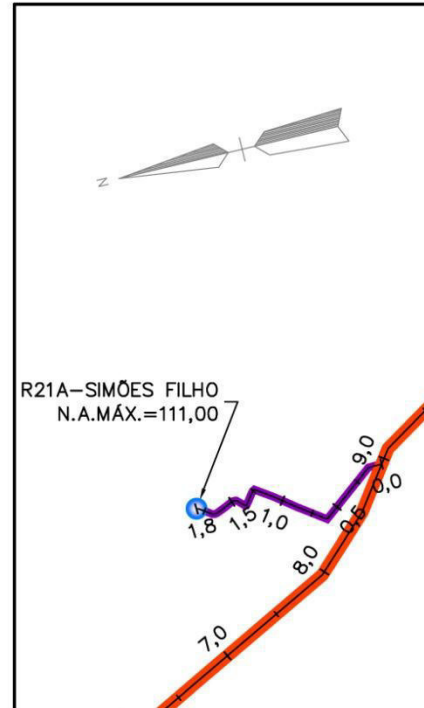
VÁLVULAS REGULADORAS DE VAZÃO	
Descrição	Perda de carga localizada (m)
R21A	16,70
R21B	15,71
R23B	1,98
R23A	1,91
R18	4,49
R10	5,95
R17	8,87
R14	5,79
R20	8,13
R25	25,73
R6	33,11
R7	10,68

Conforme apresentado no **Quadro 1.135**, a maior parte das válvulas simuladas imediatamente a montante dos reservatórios apresentaram perdas de carga elevadas, devendo ser previstos mecanismos de controle para todas as derivações, sobretudo nas derivações do: R21A, R21B, R17, R20, R25, R6 e chegada do R7.

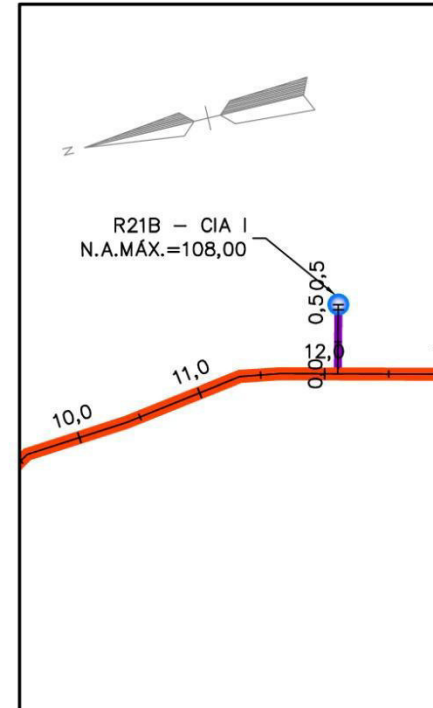
A partir do perfil piezométrico apresentado na **Figura 1.60** é possível observar que a adutora tem disponibilidade energética suficiente para o bom atendimento dos reservatórios.



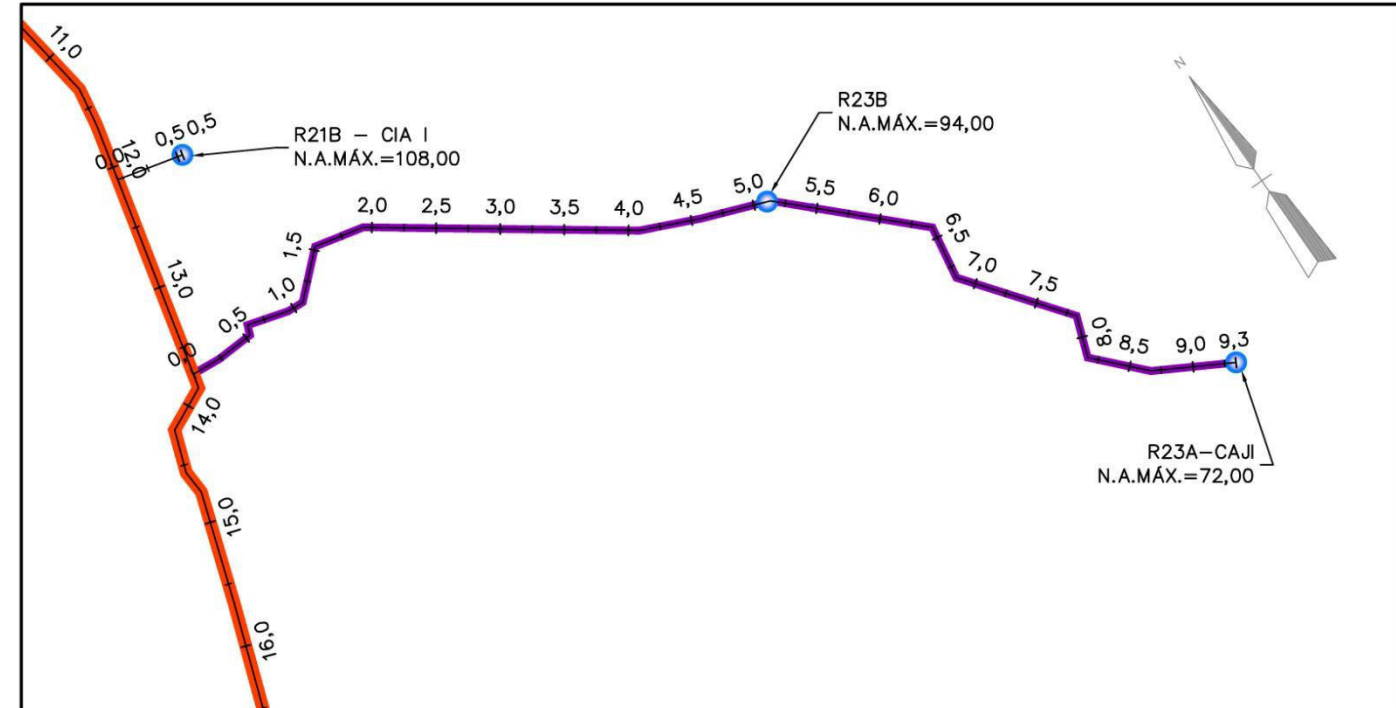
ADUTORA – R21A
PLANTA BAIXA – ESC.: 1:50.000



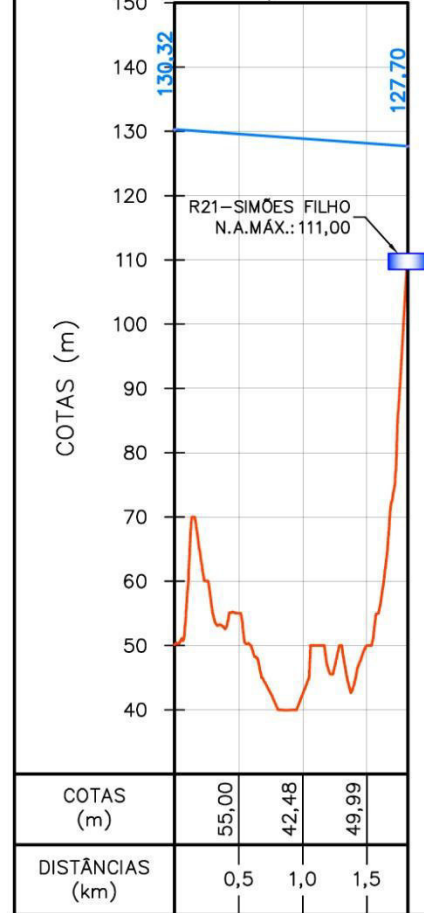
ADUTORA – R21B
PLANTA BAIXA – ESC.: 1:50.000



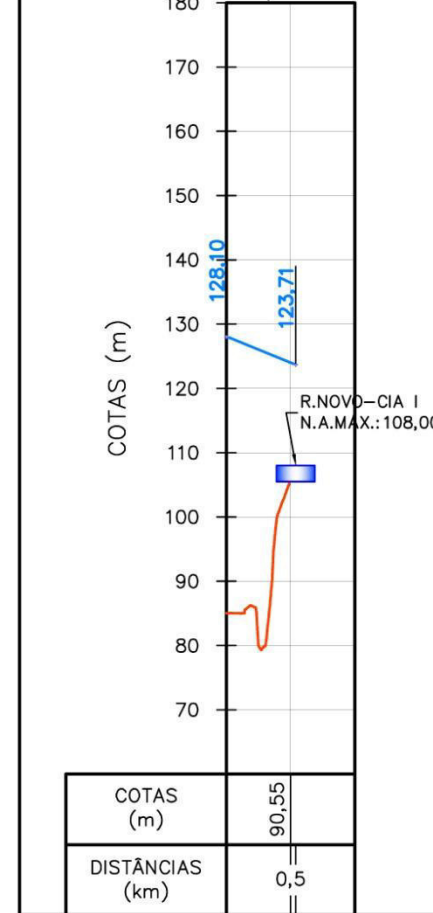
ADUTORA – R23A
PLANTA BAIXA – ESC.: 1:50.000



ADUTORA-R21A – PERFIL
ESC.: H=1:50.000 / V=1:5.000



ADUTORA-R21B – PERFIL
ESC.: H=1:50.000 / V=1:5.000



ADUTORA-R23A – PERFIL
ESC.: H=1:50.000 / V=1:5.000

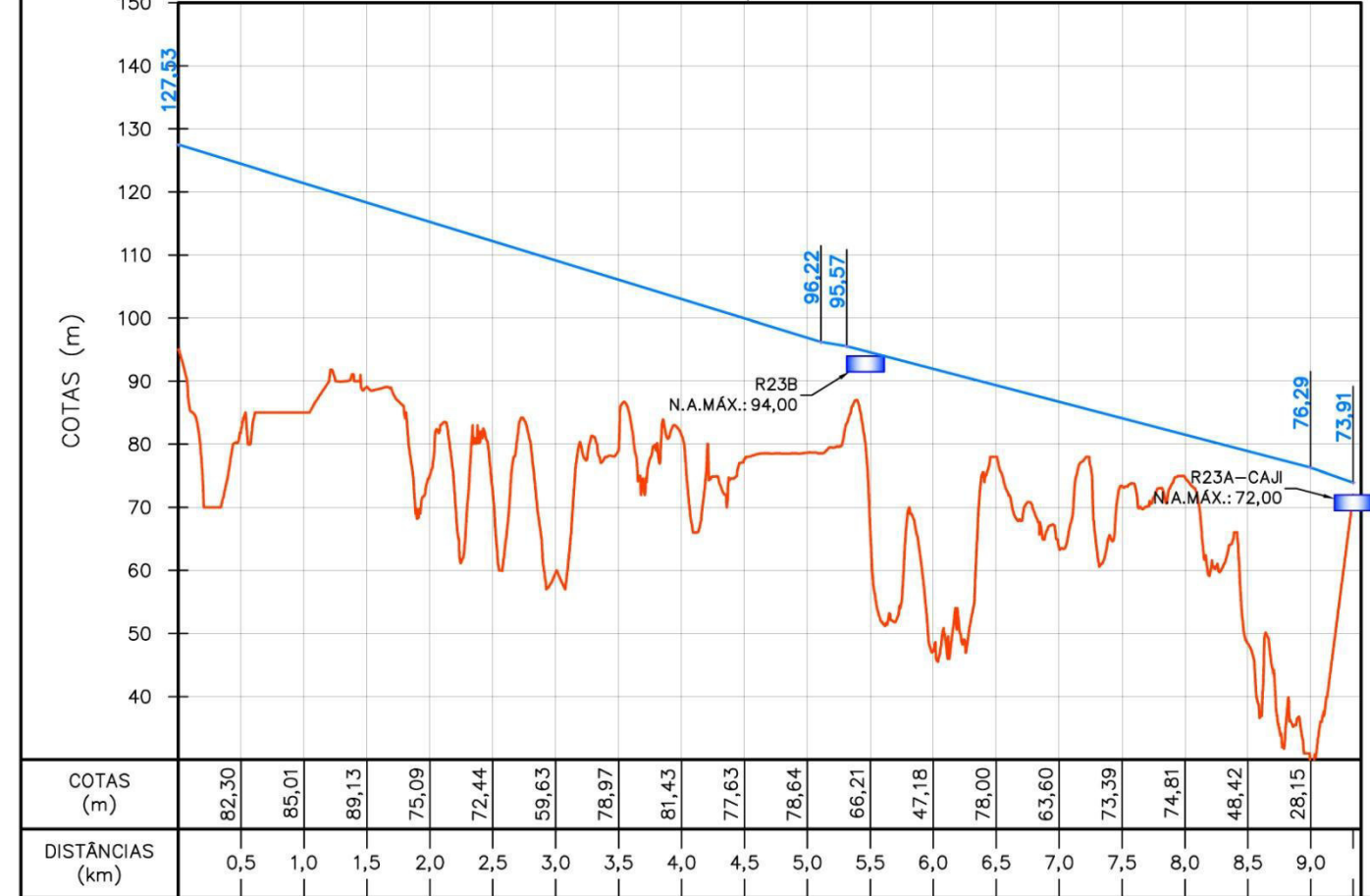


Figura 1.61 - Perfis Piezométricos Derivações R21A, R21B e R23A/R23B

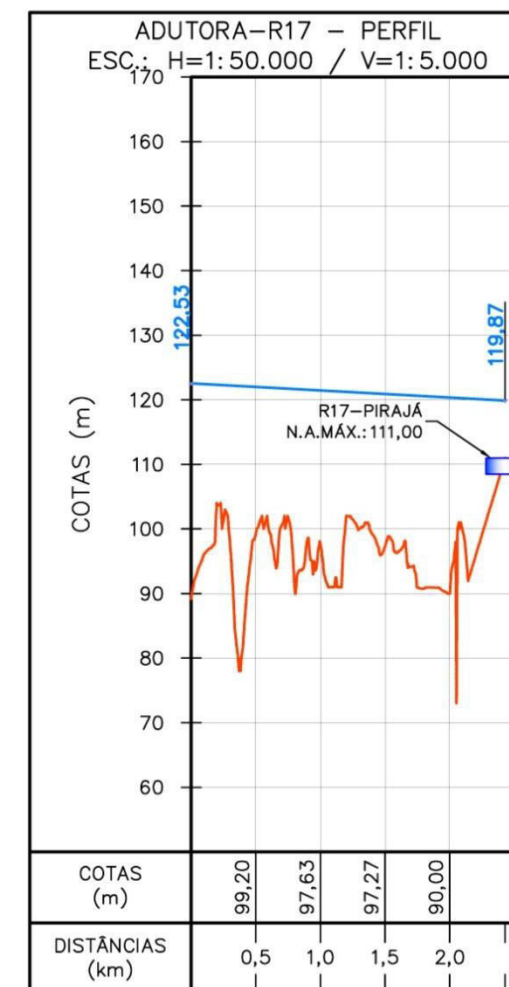
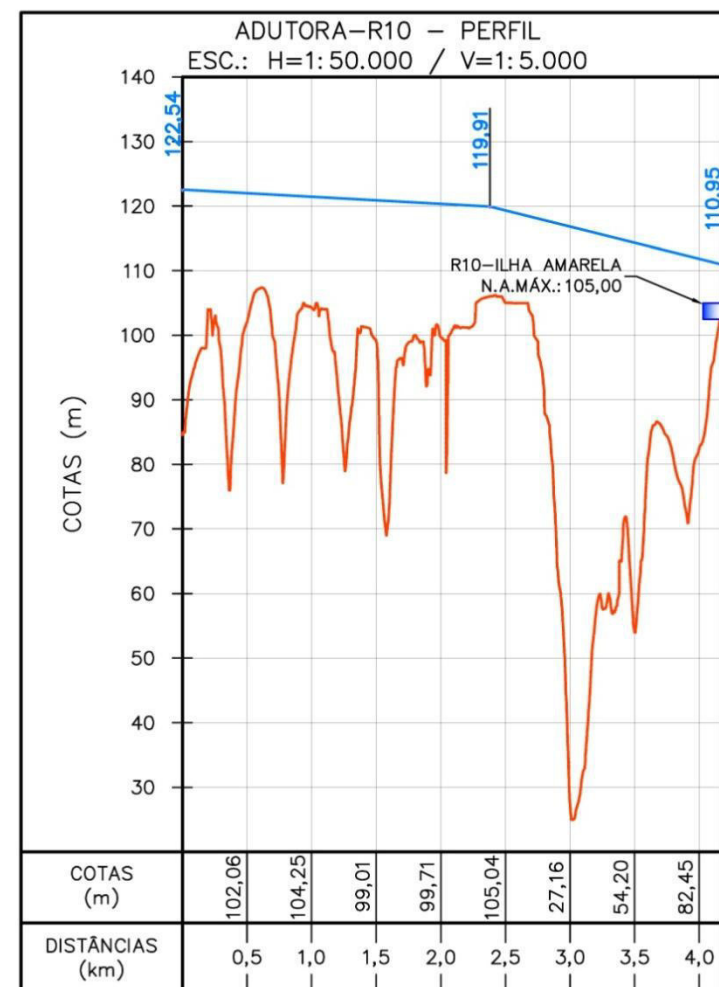
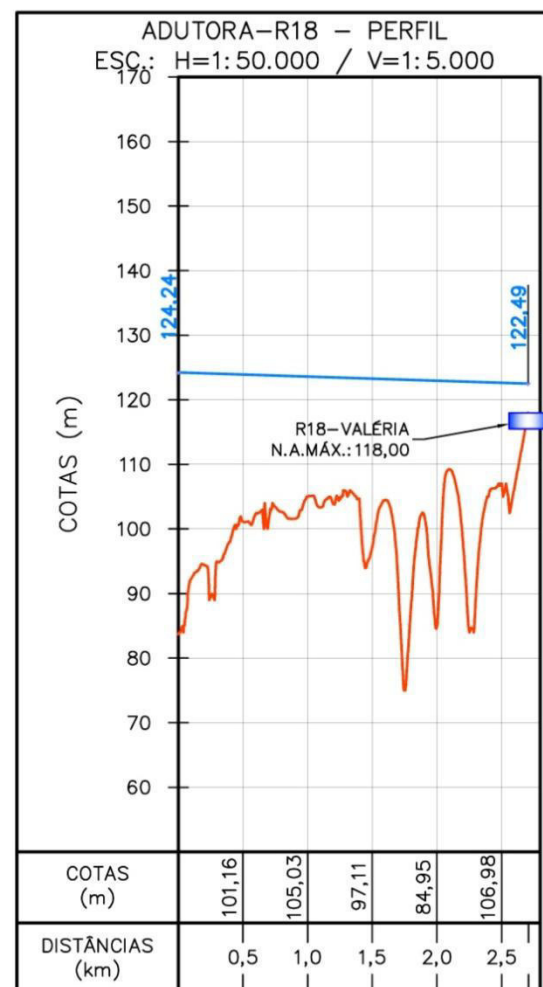
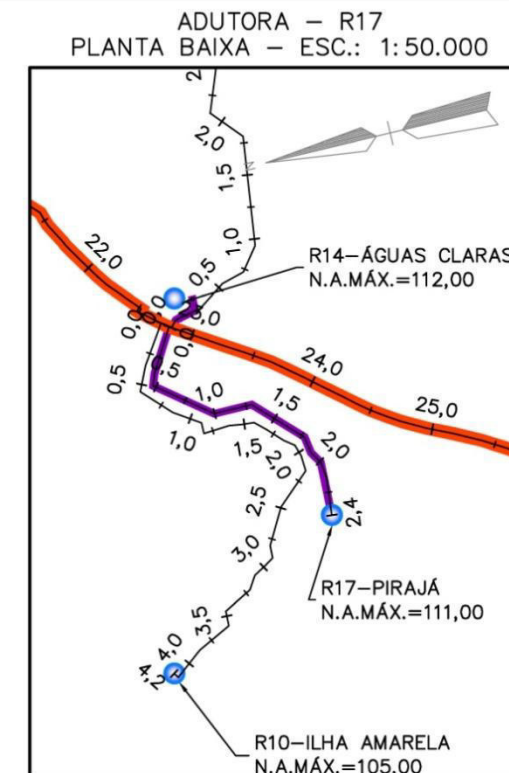
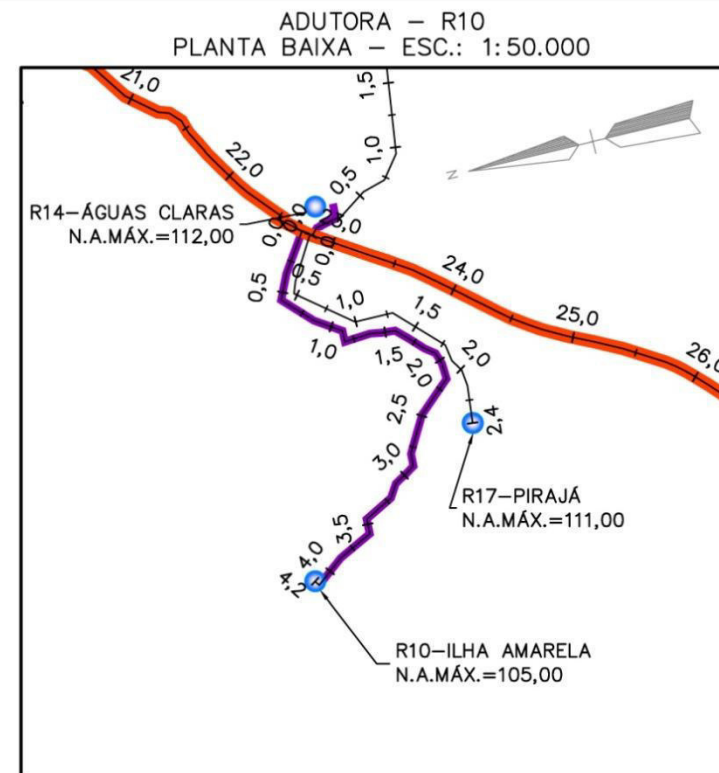
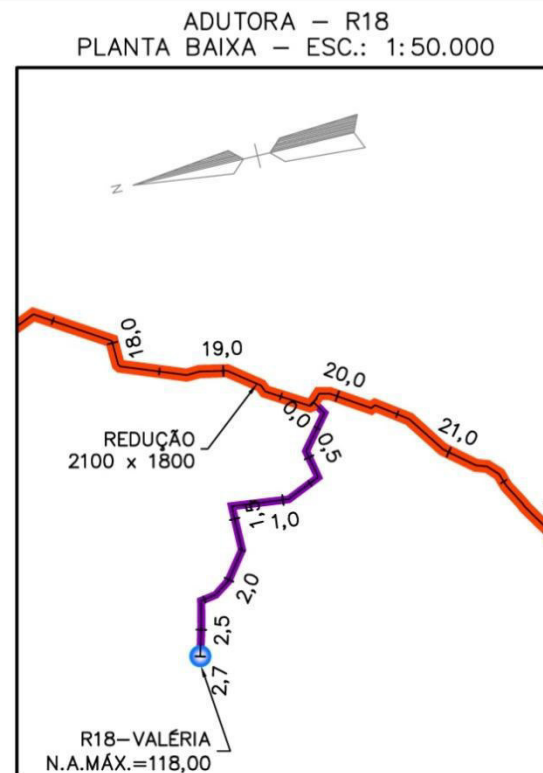


Figura 1.62 - Perfis Piezométricos Derivações R18, R10 e R17

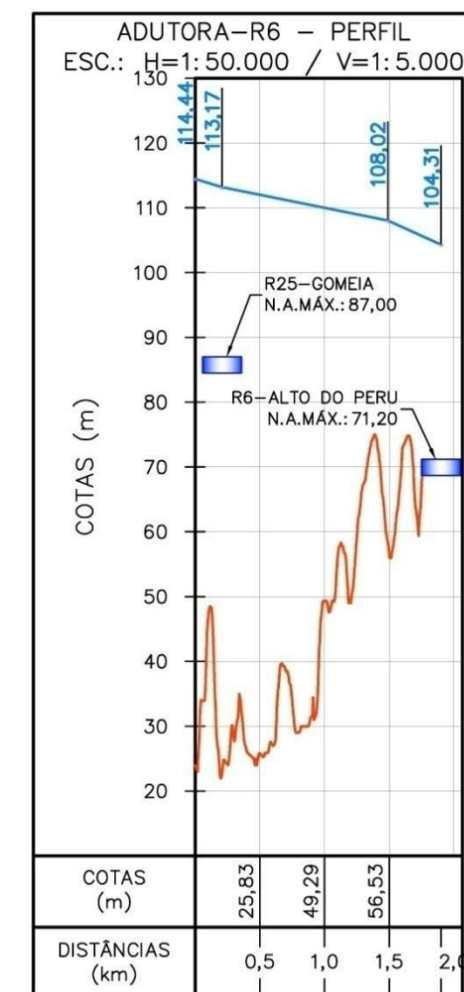
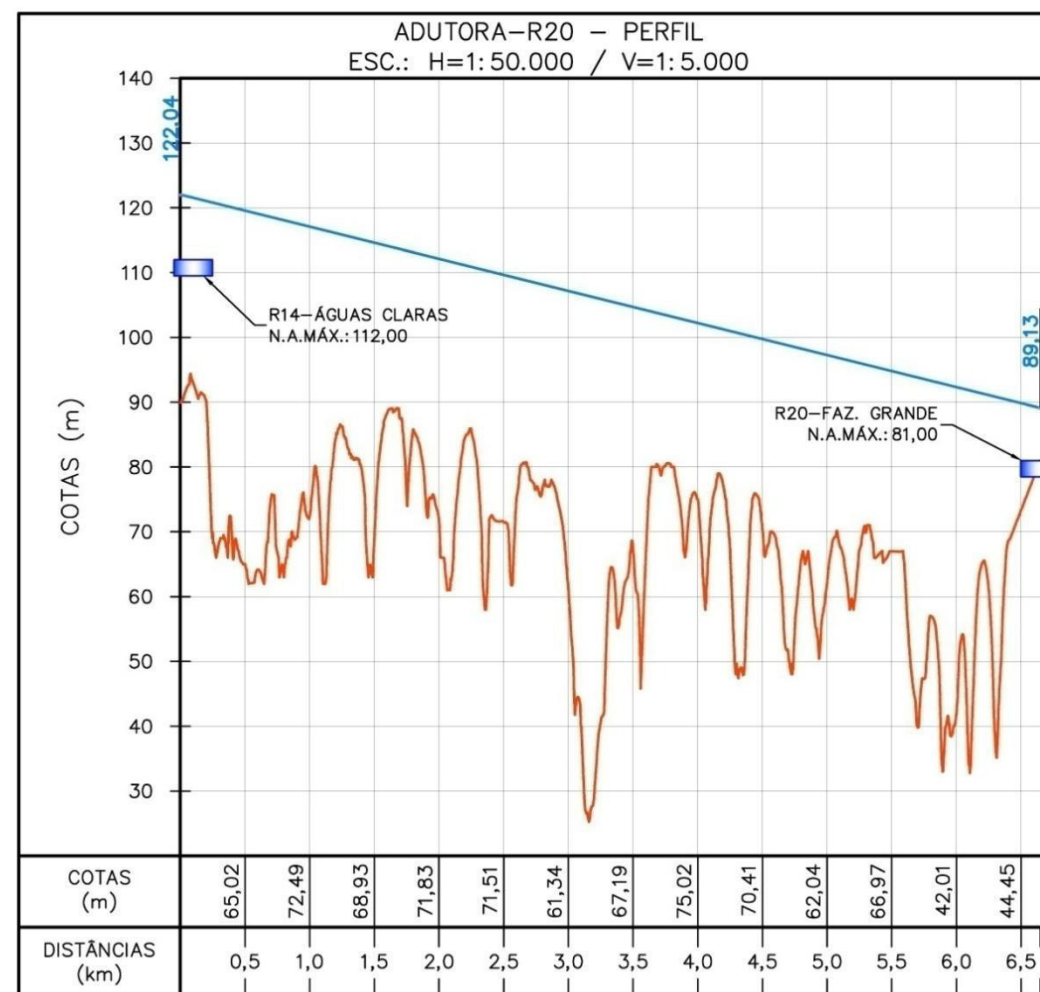
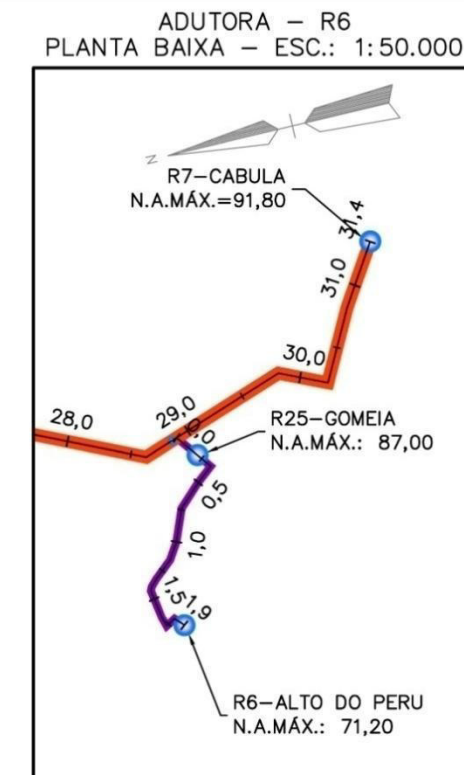
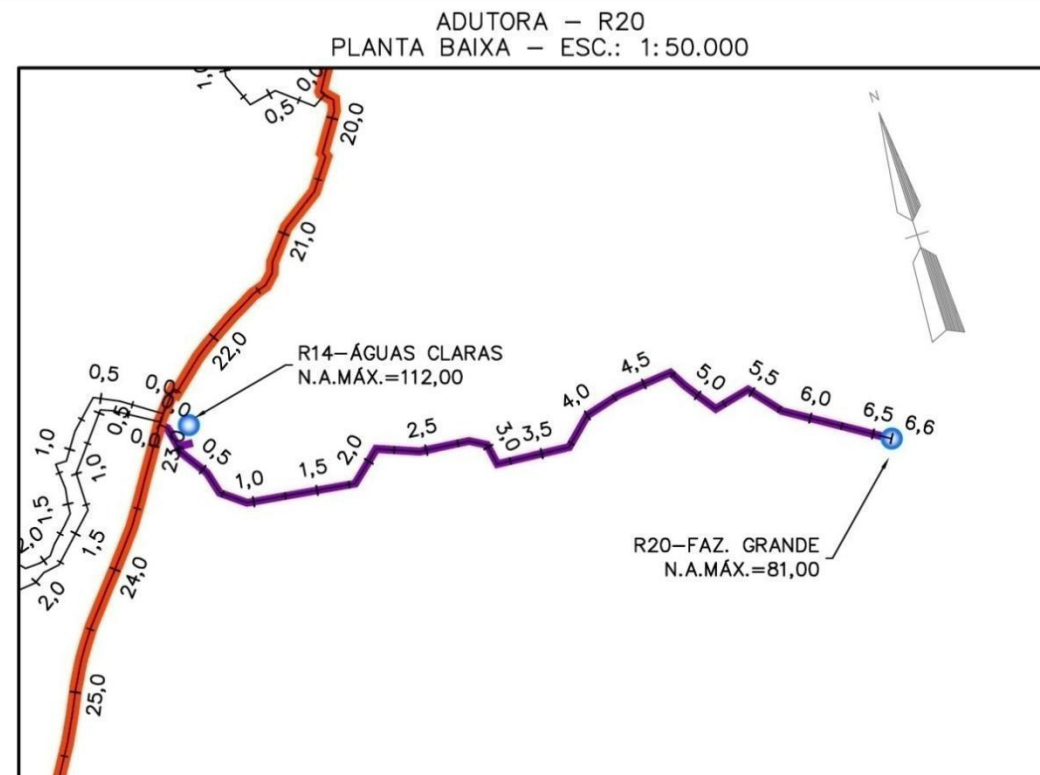


Figura 1.63 - Perfis Piezométricos Derivações R20/R14 e R6/R25

O **Quadro 1.136** apresenta os custos das ampliações previstas para a solução adotada.

Quadro 1.136 - Custo das Ampliações da Adutora Principal e dos Ramais

DN	COMPRIMENTO (m)	R\$/m	TOTAL (R\$)
400	540	642,93	347.182,20
500	10.538	940,03	9.906.036,14
600	5.107	1.175,93	6.005.474,51
1.200	2.390	4.005,47	9.573.073,43
2.100	12.688	13.036,03	165.401.111,44
TOTAL			191.232.877,72

O **Quadro 1.137** apresenta os custos das válvulas reguladoras de vazão previstas para a solução adotada.

Quadro 1.137 - Custo das válvulas reguladoras de vazão da Adutora Principal

VÁLVULAS REGULADORAS DE VAZÃO PARA A AAT PRINCIPAL TRECHO ETA-R7					
Setor	DN Tubulação	DN Válvula	PU (R\$/LIGAÇÃO)	Quantidade (un.)	Custo R\$
R21A	500	400	85.000,00	2	170.000,00
R21B	400	300	37.000,00	2	74.000,00
R23B	800	600	110.000,00	2	220.000,00
R23A	700	600	110.000,00	2	220.000,00
R18	1.200	1.000	167.000,00	2	334.000,00
R10	600	500	100.000,00	2	200.000,00
R17	800	600	110.000,00	2	220.000,00
R14	1.200	1.000	167.000,00	2	334.000,00
R20	900	700	110.000,00	2	220.000,00
R25	600	500	150.000,00	2	300.000,00
R6	600	500	100.000,00	2	200.000,00
R7	1.200	1.000	167.000,00	2	334.000,00
TOTAL (R\$)					2.826.000,00

Os cálculos para o custo com energia elétrica da Adutora após sua ampliação são apresentados no **Quadro 1.138** e no **Quadro 1.139**.

O **Quadro 1.138** apresenta os cálculos para o custo de energia elétrica referente ao recalque da EEAT da ETA Principal para o *Stand pipe* e o **Quadro 1.139** apresenta os cálculos referente ao recalque da EEAT Alta Carga para o R7 (Cabula).

O custo de energia elétrica em valor presente dos recalques para o suprimento da Adutora Principal é de R\$ 124.900.972,49.

O custo total das ampliações da Adutora Principal é de R\$ 191.232.877,72 para as tubulações, mais R\$ 2.826.000,00 para as válvulas reguladoras de vazão (logo a montante dos Centros de Reservação), totalizando um investimento de R\$ 194.058.877,72. O custo total previsto da Adutora (investimento + energia) é de **R\$ 318.959.850,21**

Quadro 1.138 - Custo de energia elétrica do recalque da EEAT da ETA Principal para o *Stand pipe*

RECALQUE DA EEAT DA ETA PRINCIPAL PARA STAND-PIPE													
ANO	Demanda	Q (l/s) da	V	PERDAS (m)			HMT	POT	HORAS	CONSUMO	CUSTOS - VALOR CORRENTE (R\$)		
	(l/s)	Linha	(m/s)	LOC.	DIST.	TOTAL	(m)	(KW)	TRAB.	(Kw.h)	CONSUMO	DEMANDA	TOTAL
2015	8.973,76	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.407,83	40.231.303,80	7.384.936,02	1.250.649,78	8.635.585,80
2016	9.039,57	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.462,16	40.526.346,86	7.439.094,70	1.250.649,78	8.689.744,48
2017	9.105,38	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.516,49	40.821.389,93	7.493.253,38	1.250.649,78	8.743.903,15
2018	9.171,19	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.570,81	41.116.432,99	7.547.412,05	1.250.649,78	8.798.061,83
2019	9.237,00	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.625,14	41.411.476,05	7.601.570,73	1.250.649,78	8.852.220,50
2020	9.302,81	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.679,47	41.706.519,11	7.655.729,40	1.250.649,78	8.906.379,18
2021	9.368,63	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.733,79	42.001.562,17	7.709.888,08	1.250.649,78	8.960.537,85
2022	9.434,44	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.788,12	42.296.605,23	7.764.046,75	1.250.649,78	9.014.696,53
2023	9.500,25	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.842,45	42.591.648,29	7.818.205,43	1.250.649,78	9.068.855,20
2024	9.566,06	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.896,77	42.886.691,35	7.872.364,10	1.250.649,78	9.123.013,88
2025	9.631,87	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	7.951,10	43.181.734,41	7.926.522,78	1.250.649,78	9.177.172,56
2026	9.697,68	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.005,43	43.476.777,47	7.980.681,45	1.250.649,78	9.231.331,23
2027	9.763,49	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.059,75	43.771.820,53	8.034.840,13	1.250.649,78	9.285.489,91
2028	9.829,30	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.114,08	44.066.863,59	8.088.998,81	1.250.649,78	9.339.648,58
2029	9.895,11	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.168,41	44.361.906,65	8.143.157,48	1.250.649,78	9.393.807,26
2030	9.960,92	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.222,73	44.656.949,71	8.197.316,16	1.250.649,78	9.447.965,93
2031	10.026,73	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.277,06	44.951.992,77	8.251.474,83	1.250.649,78	9.502.124,61
2032	10.092,54	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.331,39	45.247.035,83	8.305.633,51	1.250.649,78	9.556.283,28
2033	10.158,35	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.385,71	45.542.078,89	8.359.792,18	1.250.649,78	9.610.441,96
2034	10.224,16	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.440,04	45.837.121,96	8.413.950,86	1.250.649,78	9.664.600,63
2035	10.289,97	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.494,37	46.132.165,02	8.468.109,53	1.250.649,78	9.718.759,31
2036	10.355,78	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.548,69	46.427.208,08	8.522.268,21	1.250.649,78	9.772.917,99
2037	10.421,59	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.603,02	46.722.251,14	8.576.426,88	1.250.649,78	9.827.076,66
2038	10.487,41	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.657,35	47.017.294,20	8.630.585,56	1.250.649,78	9.881.235,34
2039	10.553,22	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.711,67	47.312.337,26	8.684.744,24	1.250.649,78	9.935.394,01
2040	10.619,03	10619,03	2,56	2,01	0,18	2,19	33,19	5430,91	8.766,00	47.607.380,32	8.738.902,91	1.250.649,78	9.989.552,69
TOTAL											209.609.906,16	32.516.894,18	242.126.800,34
													79.666.537,38

Quadro 1.139 - Custo de energia elétrica do recalque da Elevatória Alta Carga da ETA Bolandeira para o R7 (Cabula)

RECALQUE DA ELEVATÓRIA ALTA CARGA DA ETA BOLANDEIRA PARA CENTRO DE RESERVAÇÃO R7 (CABULA)													
ANO	Demanda	Q (l/s) da	V	PERDAS (m)			HMT	POT	HORAS	CONSUMO	CUSTOS - VALOR CORRENTE (R\$)		
	(l/s)	Linha	(m/s)	LOC.	DIST.	TOTAL	(m)	(KW)	TRAB.	(Kw.h)	CONSUMO	DEMANDA	TOTAL
2015	2.044,88	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.766,00	24.980.692,64	4.585.504,31	656.244,84	5.241.749,15
2016	2.036,69	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.730,90	24.880.664,69	4.567.142,99	656.244,84	5.223.387,83
2017	2.028,50	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.695,80	24.780.636,75	4.548.781,66	656.244,84	5.205.026,50
2018	2.020,32	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.660,70	24.680.608,81	4.530.420,34	656.244,84	5.186.665,18
2019	2.012,13	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.625,60	24.580.580,86	4.512.059,02	656.244,84	5.168.303,86
2020	2.003,94	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.590,50	24.480.552,92	4.493.697,69	656.244,84	5.149.942,53
2021	1.995,75	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.555,39	24.380.524,97	4.475.336,37	656.244,84	5.131.581,21
2022	1.987,56	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.520,29	24.280.497,03	4.456.975,05	656.244,84	5.113.219,89
2023	1.979,37	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.485,19	24.180.469,09	4.438.613,73	656.244,84	5.094.858,56
2024	1.971,19	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.450,09	24.080.441,14	4.420.252,40	656.244,84	5.076.497,24
2025	1.963,00	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.414,99	23.980.413,20	4.401.891,08	656.244,84	5.058.135,92
2026	1.954,81	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.379,89	23.880.385,26	4.383.529,76	656.244,84	5.039.774,60
2027	1.946,62	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.344,79	23.780.357,31	4.365.168,43	656.244,84	5.021.413,27
2028	1.938,43	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.309,69	23.680.329,37	4.346.807,11	656.244,84	5.003.051,95
2029	1.930,25	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.274,59	23.580.301,43	4.328.445,79	656.244,84	4.984.690,63
2030	1.922,06	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.239,49	23.480.273,48	4.310.084,46	656.244,84	4.966.329,30
2031	1.913,87	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.204,39	23.380.245,54	4.291.723,14	656.244,84	4.947.967,98
2032	1.905,68	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.169,28	23.280.217,59	4.273.361,82	656.244,84	4.929.606,66
2033	1.897,49	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.134,18	23.180.189,65	4.255.000,49	656.244,84	4.911.245,33
2034	1.889,31	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.099,08	23.080.161,71	4.236.639,17	656.244,84	4.892.884,01
2035	1.881,12	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.063,98	22.980.133,76	4.218.277,85	656.244,84	4.874.522,69
2036	1.872,93	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	8.028,88	22.880.105,82	4.199.916,53	656.244,84	4.856.161,37
2037	1.864,74	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	7.993,78	22.780.077,88	4.181.555,20	656.244,84	4.837.800,04
2038	1.856,55	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	7.958,68	22.680.049,93	4.163.193,88	656.244,84	4.819.438,72
2039	1.848,36	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	7.923,58	22.580.021,99	4.144.832,56	656.244,84	4.801.077,40
2040	1.840,18	2044,88	1,16	2,21	4,22	6,43	90,43	2849,73	7.888,48	22.479.994,05	4.126.471,23	656.244,84	4.782.716,07
TOTAL											113.255.682,06	17.062.365,83	130.318.047,89
													45.234.435,11

1.1.1.1. Conclusões

Os resultados do cálculo hidráulico indicam a necessidade de duplicação da Adutora Principal em uma extensão de 12.668 m com diâmetro de 2100 mm e 2.390 m com diâmetro de 1.200 mm. Esses diâmetros correspondem aos menores diâmetros possíveis para garantia de atendimento das demandas de fim de plano (ano 2040), com segurança de todos os setores de abastecimento.

As válvulas reguladoras de vazão são fundamentais para balancear o sistema e sustentar as pressões mantendo o perfil piezométrico em disponibilidade suficiente para o atendimento de todos os setores.

Devido à necessidade imediata das intervenções, admitiu-se que os investimentos serão realizados no início de plano (ano 2015).

1.3.3 Ampliação da Subadutora R7 – R15

A Subadutora R7 – R15 tem início no Centro de Reserva do Cabula (Reservatório R7) e se desenvolve passando pela Avenida Mário Leal Ferreira (Av. Bonocô), Vale do Ogunjá (Av. Gen. Graça Lessa) e Av. Vasco da Gama, até abastecer o Centro de Reserva da Federação (Reservatório R15). Ao longo desse trajeto existem derivações para a alimentação dos reservatórios R3 (Caixa d'Água), R19 (Campinas de Brotas) e R5 (Garcia). As zonas de Abastecimento ZA-12, ZA-08, ZA-09 e ZA-10, apesar de estarem sendo alimentadas pela subadutora R7 – R15, pertencem ao setor R4, cujo parque de reserva encontra-se desativado, com previsão de recuperação e recomposição pela Embasa.

A zona ZA 13 foi desmembrada para constituir o R19 que contará com um reservatório elevado e uma Estação Elevatória Setorial. Com esta nova configuração do Setor R19, a zona alta da ZA-14 e ZA-13 serão atendidas pelo reservatório elevado que será construído. As câmaras apoiadas continuaram responsáveis pelo atendimento da zona baixa da ZA-14. Ainda, conforme a Setorização proposta para SIAA de Salvador, está prevista a incorporação da ZA-12 ao Setor R3.

Realizou-se o diagnóstico do sistema para as demandas máximas diárias do ano 2040, configurando-se, através do programa EPANET, os fluxos para os reservatórios supridos pelo sistema e considerando-se para as Zonas de Abastecimento supridas diretamente pela subadutora suas demandas máximas horárias

Verificou-se, na fase de diagnóstico, que o sistema se encontra ligeiramente desbalanceado, com pequena folga no suprimento do R3 e com abastecimento com vazões bem maiores que as necessárias no R19. Com introdução da ZA-12 ao setor R3, o ramal que alimenta este setor apresentou-se insuficiente. Para o atendimento do Setor R3 será proposta tubulação com diâmetro 800 mm em paralelo à existente, sendo este diâmetro sugerido o menor possível para atender o sistema.

Nas simulações hidráulicas foi considerada a vazão máxima diária conforme apresentado no **Quadro 1.140**

Quadro 1.140 - Demandas máximas diárias da Subadutora R7-R15

SETORES	DEMANDAS ANO DE 2040 (L/s)
R3	580,06
R5	300,32
R15	778,24
R19	504,50
R4	490,68

A **Figura 1.64** apresenta a configuração da Subadutora R7-R15 com a alternativa proposta.

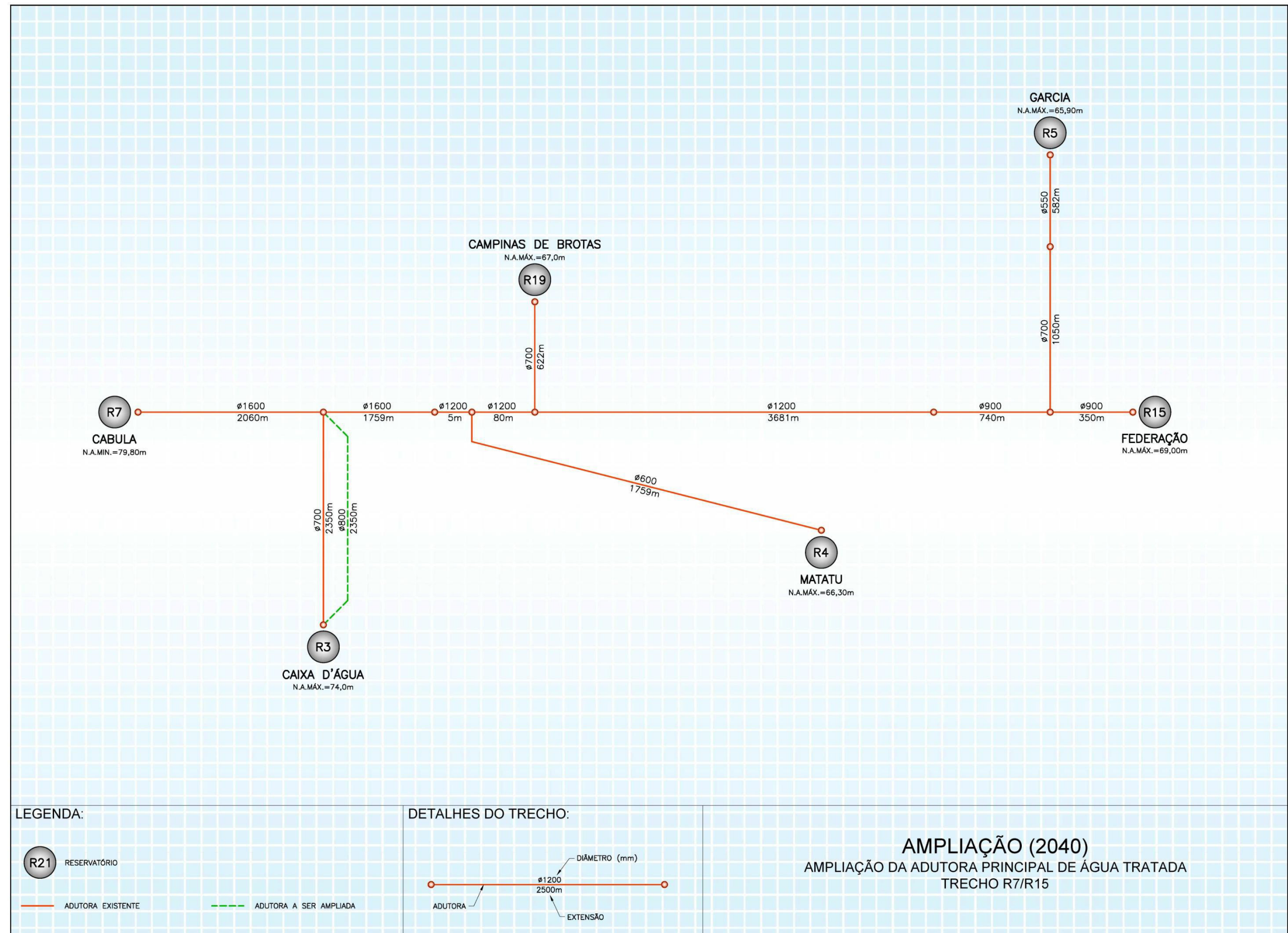


Figura 1.64 - Configuração Ampliada da Subadutora R7-R15 e Ramais (Atendimento até o ano de 2040)

Os resultados obtidos através da simulação da ampliação proposta são apresentados nos **Quadro 1.141**, **Quadro 1.142** e **Quadro 1.143**

Quadro 1.141 - Resultados da linha principal da Subadutora R7-R15

AMPLIAÇÃO DOS TRECHOS DA SUBADUTORA R7-R15-LINHA PRINCIPAL						
Descrição		DN (mm)	Extensão (m)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (m/km)
R7	Derivação p/ R3	1.600	2.060	2.654,34	1,32	0,99
Derivação p/ R3	Redução DN 1600 x1200	1.600	1.759	2.073,74	1,03	0,61
Redução DN 1600 x1200	Derivação p/ R4	1.200	5	2.073,74	1,83	2,71
Derivação p/ R4	Derivação R19	1.200	80	1.583,06	1,40	1,59
Derivação R19	Redução DN 1200 x1900	1.200	3.681	1.078,56	0,95	0,74
Redução DN 1200 x1900	Derivação R5	900	740	1.078,56	1,70	3,32
Derivação R5	R15	900	350	778,24	1,22	1,74

Quadro 1.142 - Resultados dos ramais da Subadutora R7-R15

AMPLIAÇÃO DOS TRECHOS DA SUBADUTORA R7-R15 - RAMAIS						
Descrição		DN (mm)	Extensão (m)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (m/km)
Derivação p/ R3	R3	700	2.350	218,67	0,57	0,52
		800	2.350	361,93	0,72	0,52
Derivação p/ R4	R4	600	1.759	490,68	1,74	5,78
Derivação p/ R19	R19	700	622	504,50	1,31	2,73
Derivação p/ R5	Redução DN 700 x 550	700	1.050	300,32	0,78	0,98
Redução DN 700 x 550	R5	550	582	300,32	1,26	3,44

Quadro 1.143 - Perdas de carga localizada nas válvulas reguladoras de vazão imediatamente a montante dos reservatórios

VÁLVULAS REGULADORAS DE VAZÃO	
DESCRIÇÃO	PERDA DE CARGA LOCALIZADA (m)
R3	2,54
R19	7,86
R4	0,21
R5	2,44
R15	1,76

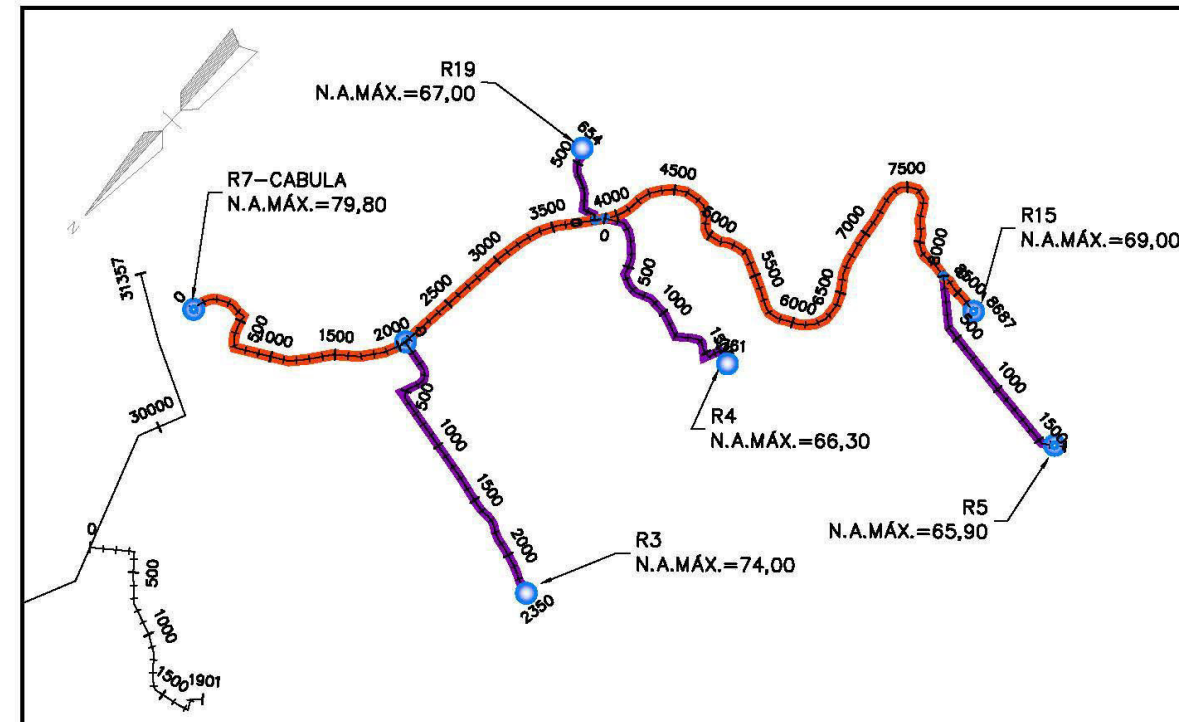
Conforme apresentado no **Quadro 1.143** as válvulas dos reservatórios, exceto o R4 apresentaram perdas de cargas consideráveis, indicando a necessidade da introdução de mecanismos de controle para estas derivações, principalmente para o R19.

Nos ramais em que as válvulas simuladas apresentaram perdas de carga inferiores a 1 m não será necessário a utilização de mecanismos de controle.

Conforme apresentado no **Quadro 1.141** e **Quadro 1.142** as velocidades e perda de carga ao longo da Subadutora e seu ramais apresentam-se dentro dos parâmetros para o bom funcionamento do sistema.

A partir dos perfis piezométricos apresentados nas **Figura 1.65** e **Figura 1.66** é possível observar que a adutora na ampliação proposta tem disponibilidade energética suficiente para o bom atendimento dos reservatórios.

ALTERNATIVAS SUBADUTORA R7-R15
PLANTA BAIXA – ESC.: 1:50.000



ALTERNATIVAS SUBADUTORA R7-R15 – PERFIL
ESC.: H=1:50.000 / V=1:5.000

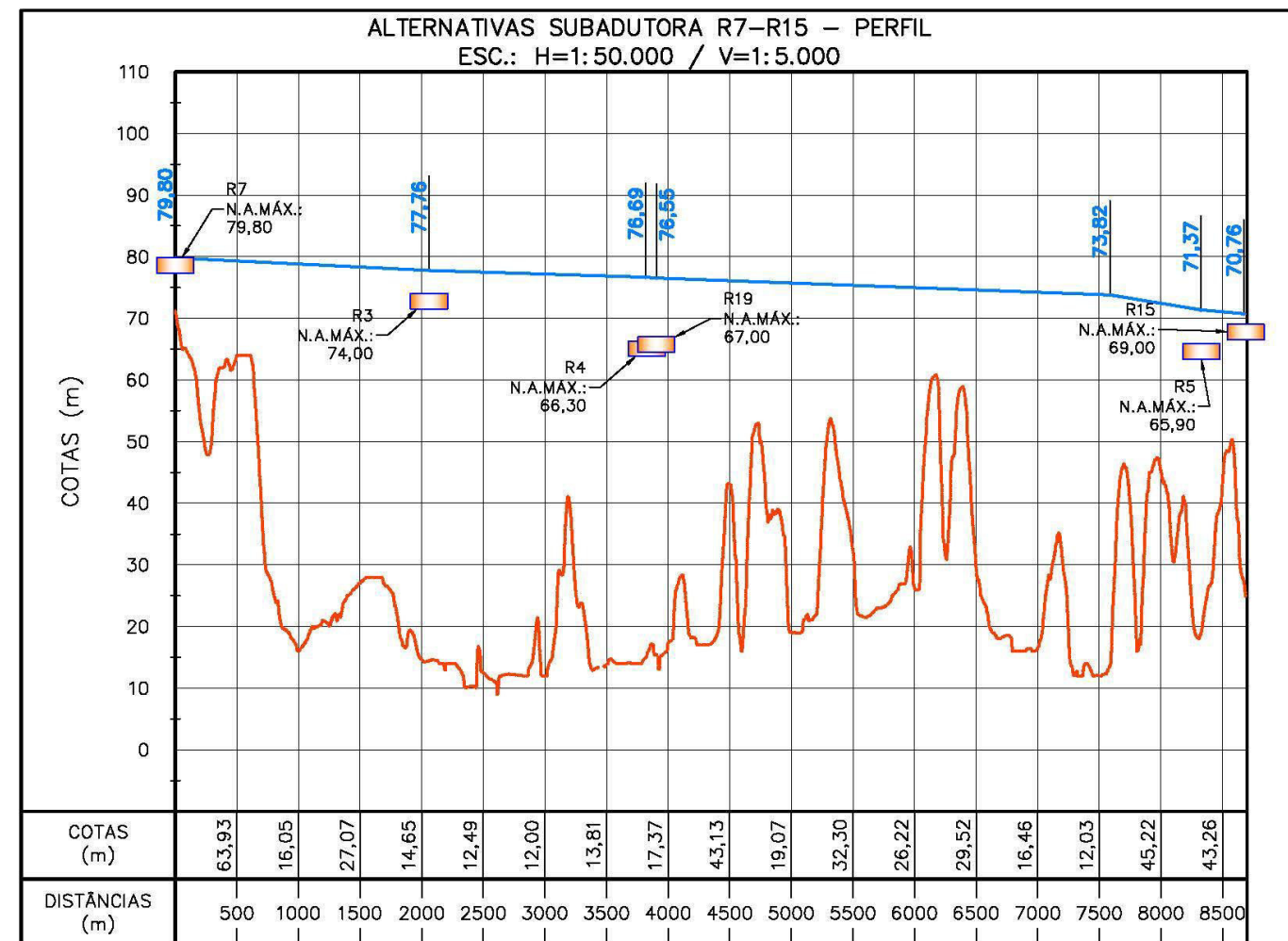


Figura 1.65 - Perfil Piezométrico Linha Principal da solução da Subadutora R7-R15

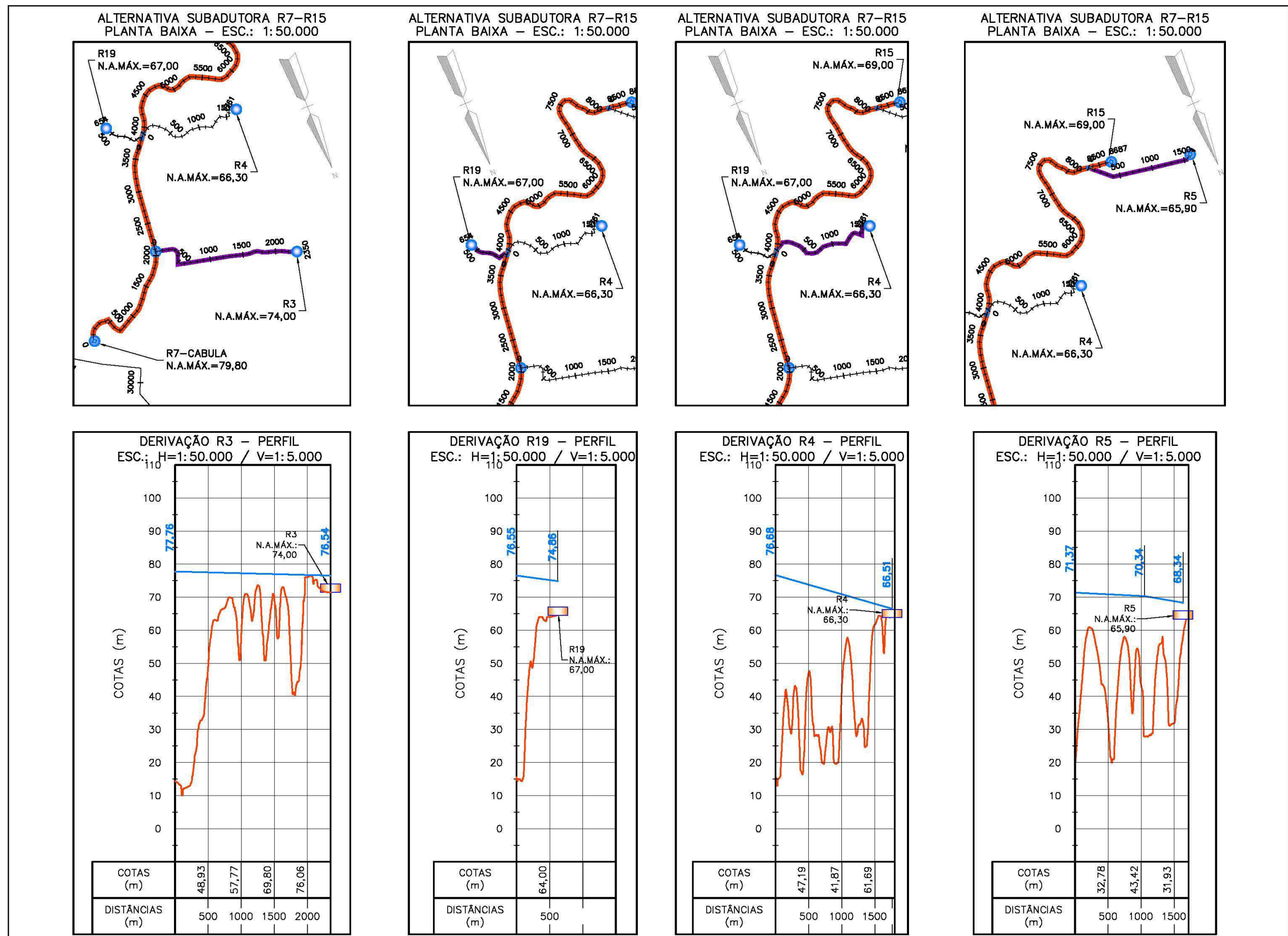


Figura 1.66 - Perfil Piezométrico Ramais da solução Subadutora R7-R15

Conforme apresentado neste relatório, será necessário apenas a ampliação do ramal que abastece o Setor R3 com uma tubulação DN 800 e extensão 2.350 m.

O custo para a duplicação deste ramal foi estimado em R\$ 4.565.721,00.

O **Quadro 1.144** apresenta o custo das válvulas reguladoras de vazão proposta para a solução da Subadutora R7-R15.

Quadro 1.144 - Custo das válvulas reguladoras de vazão para a Subadutora R7-R15

VÁLVULAS REGULADORAS DE VAZÃO PARA A AAT PRINCIPAL TRECHO R7-R15					
SETOR	DN Tubulação	DN Válvula	PU (R\$/LIGAÇÃO)	QUANTIDADE (un.)	CUSTO R\$
R3	1.000	800	158.000,00	2	316.000,00
R19	700	600	110.000,00	2	220.000,00
R5	550	500	100.000,00	2	200.000,00
R15	900	700	150.000,00	2	300.000,00
TOTAL (R\$)					1.036.000,00

O custo total das ampliações da Subadutora R7-R15 é de R\$ 4.565.721,00, para as tubulações, mais R\$ 1.036.000,00 para as válvulas reguladoras de vazão, a serem posicionadas logo a montante dos Centros de Reservação, totalizando um investimento de R\$ 5.601.721,00.

1.3.4 Resumo dos Custos de Investimentos na Adutora Principal e Subadutora R7 - R15

O **Quadro 1.145** apresenta os custos de investimento previstos para as adutoras de água tratada do SIAA de Salvador. Por se tratarem de intervenções de necessidade imediata, os investimentos foram previstos para alocação no ano 2015 tendo em vista a concretização das obras no início de plano.

Quadro 1.145 - Custo das intervenções em água tratada

ITEM	DESCRIÇÃO	CUSTO (R\$)
1.	Adutora Principal	194.058.877,72
	- Tubulações	191.232.877,72
	- Válvulas Reguladoras	2.826.000,00
2.	Subadutora R7 – R15	5.601.721,00
	- Tubulações	4.565.721,00
	- Válvulas Reguladoras	1.036.000,00
TOTAL		199.660.598,72

Nota: Mês de referência da estimativa – Julho 2014

1.3.5 Planilhas de Cálculo da Adutora Principal e Subadutora R7 – R15

1.3.5.1 Adutora Principal ETA-R7

Página 1 31/08/2015 09:39:55

```
*****  
*                               EPANET 2.0 Brasil                               *  
*                               Hidráulica e Qualidade da Água                       *  
*                               Simulação da Rede                                   *  
*                               Versão 2.00.11                                       *  
*****
```

Arquivo de Rede: ESQUEMÁTICO- SOLUÇÃO-ETA-R7-2040.NET

Tabela de Trecho - Nó:

Trecho: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento m	Diâmetro mm
1	ETA	2	0.01	2300
3	4.	P.TEIXEIRAS	100	2300
4	P.TEIXEIRAS	5	940	2300
5	4.	6	0.001	2300
6	6	7	100	2300
7	P.TEIXEIRAS	7	0.001	2300
8	7	8	940	2300
9	5	8	0.001	2300
10	5	9	7912	2300
11	9	10	0.001	500
12	10	11	1816	500
13	12	R21A	0.001	500
14	9	13	3760	2300
15	13	14	0.001	500
16	14	15	540	400
18	13	16	1016	2300
19	16	17	0.001	800
20	17	18	5107	700
21	18	19	210	800
22	21	R21B	0.001	400
23	20	R23B	0.001	800
24	18	22	205	700
25	22	23	3685	600
26	23	24	340	700
28	25	R23A	0.001	700
29	16	RED.2100X1800	5550	2100
30	RED.2100X1800	DERIV.R18	486	1800
31	DERIV.R18	3	0.001	2000
32	DERIV.R18	26	2707	1200
33	29	R18	0.001	1200
34	DERIV.R18	DERIV.R10	2964	1800
35	DERIV.R10	27	0.001	2000
36	DERIV.R10	28	2380	800
37	28	30	1800	600
39	31	R10	0.001	600
40	DERIV.R10	DERIV.R17	27	1800
41	DERIV.R17	32	2430	800

Página 2

Tabela de Trecho - Nó: (continuação)

Trecho: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento m	Diâmetro mm
43	34	R17	0.001	800
44	DERIV.R17	DERIV.R14/R20	12	1800
45	41	35	100	1200
46	35	36	380	800
48	37	R14	0.001	1200
49	35	38	6648	800
51	39	R20	0.001	800
52	DERIV.R14/R20	41	0.001	1600
53	DERIV.R14/R20	40	3000	1200
54	40	42	0.001	1600
55	41	42	3000	1600
56	40	43	700	1200
57	42	44	700	1600
58	43	44	0.001	1600
59	43	45	2390	1200
60	45	46	209	800
61	46	49	88	600
63	50	R25	0.001	600
64	46	47	1280	700
65	47	48	412	600
67	51	R6	0.001	600
68	45	52	2500	1200
70	53	R7	0.001	1200
2	17	1	5550	2100
17	1	3	486	2100
27	3	27	2964	2100
38	27	33	27	2100
42	DERIV.R17	33	0.001	2000
47	33	41	12	2100
50	1	RED.2100X1800	0.001	2000
62	8	10	7912	2100
66	10	14	3760	2100
69	14	17	1016	2100
71	17	18	5107	600
72	18	22	205	500
73	22	23	3685	500
74	35	38	6648	500
75	44	45	2390	1200
VSP	2	4.	#N/A	2300 Válvula
R21A	11	12	#N/A	500 Válvula
R21B	15	21	#N/A	400 Válvula
R23B	19	20	#N/A	800 Válvula
V23A	24	25	#N/A	700 Válvula
R18	26	29	#N/A	1200 Válvula
R10	30	31	#N/A	600 Válvula
R17	32	34	#N/A	800 Válvula
R14	36	37	#N/A	1200 Válvula

Página 3

Tabela de Trecho - Nó: (continuação)

Trecho:	Início:	Fim:	Comprimento	Diâmetro
ID	Nó	Nó	m	mm
R20	38	39	#N/A	800 Válvula
R25	49	50	#N/A	600 Válvula
R6	48	51	#N/A	600 Válvula
R7	52	53	#N/A	1200 Válvula

Resultados nos Nós:

Nó	Consumo	Carga Hidráulica	Pressão	Qualidade
ID	LPS	m	m	
2	0.00	135.70	24.50	0.00
4.	354.00	135.70	24.50	0.00
P.TEIXEIRAS	13.50	135.64	38.31	0.00
5	0.00	135.12	22.98	0.00
6	0.00	135.70	24.50	0.00
7	0.00	135.64	38.31	0.00
8	0.00	135.12	22.98	0.00
9	0.00	130.32	80.06	0.00
10	0.00	130.32	80.06	0.00
11	0.00	127.70	24.70	0.00
12	0.00	111.00	8.00	0.00
13	0.00	128.10	43.08	0.00
14	0.00	128.10	43.08	0.00
15	0.00	123.71	23.71	0.00
16	0.00	127.53	33.86	0.00
17	0.00	127.53	33.86	0.00
18	0.00	96.22	18.25	0.00
19	0.00	95.98	9.78	0.00
20	0.00	94.00	7.80	0.00
21	0.00	108.00	8.00	0.00
22	0.00	95.57	21.42	0.00
23	0.00	76.29	22.29	0.00
24	0.00	73.91	9.91	0.00
25	0.00	72.00	8.00	0.00
RED.2100X1800	0.00	124.60	60.96	0.00
DERIV.R18	0.00	124.24	41.79	0.00
3	0.00	124.24	41.79	0.00
26	0.00	122.49	12.49	0.00
DERIV.R10	0.00	122.54	33.29	0.00
27	0.00	122.54	33.29	0.00
28	0.00	119.91	41.98	0.00
29	0.00	118.00	8.00	0.00
30	0.00	110.95	13.95	0.00
31	0.00	105.00	8.00	0.00
DERIV.R17	0.00	122.53	37.55	0.00
32	0.00	119.87	15.87	0.00
34	0.00	111.00	7.00	0.00

Página 4

Resultados nos Nós: (continuação)

Nó	Consumo	Carga	Hidráulica	Pressão	Qualidade
ID	LPS	m	m	m	
DERIV.R14/R20	0.00	122.52	37.52	0.00	
35	0.00	122.04	37.04	0.00	
36	0.00	117.79	12.79	0.00	
37	0.00	112.00	7.00	0.00	
38	0.00	89.13	20.13	0.00	
39	0.00	81.00	12.00	0.00	
40	0.00	119.67	57.09	0.00	
41	0.00	122.52	37.52	0.00	
42	0.00	119.67	57.09	0.00	
43	0.00	119.12	52.64	0.00	
44	0.00	119.12	52.64	0.00	
45	0.00	114.44	91.45	0.00	
46	0.00	113.17	33.17	0.00	
47	0.00	108.02	48.62	0.00	
48	0.00	104.31	36.11	0.00	
49	0.00	112.73	33.73	0.00	
50	0.00	87.00	8.00	0.00	
51	0.00	71.20	3.00	0.00	
52	0.00	102.48	22.68	0.00	
53	0.00	91.80	12.00	0.00	
1	0.00	124.60	60.96	0.00	
33	0.00	122.53	37.55	0.00	
ETA	-10619.03	135.70	0.00	0.00	RNF
R21A	150.61	111.00	0.00	0.00	RNF
R21B	240.39	108.00	0.00	0.00	RNF
R23B	549.22	94.00	0.00	0.00	RNF
R23A	811.26	72.00	0.00	0.00	RNF
R18	1006.20	118.00	0.00	0.00	RNF
R10	455.06	105.00	0.00	0.00	RNF
R17	451.96	111.00	0.00	0.00	RNF
R14	1457.95	112.00	0.00	0.00	RNF
R20	1302.46	81.00	0.00	0.00	RNF
R25	456.70	87.00	0.00	0.00	RNF
R6	613.45	71.20	0.00	0.00	RNF
R7	2756.27	91.80	0.00	0.00	RNF

Resultados nos Trechos:

Trecho:	Vazão	Velocidade	Perda de Carga	Estado
ID	LPS	m/s	m/km	
1	10619.03	2.56	1.86	Open
3	5132.58	1.24	0.56	Open
4	5125.77	1.23	0.55	Open
5	5132.45	1.24	9.30	Open
6	5132.45	1.24	0.56	Open
7	-6.69	0.00	0.00	Open

Página 5

Resultados nos Trechos: (continuação)

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
8	5125.76	1.23	0.55	Open
9	-236.78	0.06	0.00	Open
10	5362.54	1.29	0.61	Open
11	78.20	0.40	0.00	Open
12	150.61	0.77	1.44	Open
13	150.61	0.77	9.30	Open
14	5284.34	1.27	0.59	Open
15	124.84	0.64	9.30	Open
16	240.39	1.91	8.14	Open
18	5159.50	1.24	0.56	Open
19	1215.82	2.42	9.30	Open
20	758.23	1.97	6.13	Open
21	549.22	1.09	1.17	Open
22	240.39	1.91	9.30	Open
23	549.22	1.09	0.00	Open
24	544.43	1.41	3.17	Open
25	466.68	1.65	5.23	Open
26	811.26	2.11	7.01	Open
28	811.26	2.11	4.65	Open
29	3943.68	1.14	0.53	Open
30	3109.21	1.22	0.73	Open
31	-641.25	0.20	0.00	Open
32	1006.20	0.89	0.65	Open
33	1006.20	0.89	0.00	Open
34	2744.26	1.08	0.57	Open
35	-289.96	0.09	0.00	Open
36	455.06	0.91	1.11	Open
37	455.06	1.61	4.98	Open
39	455.06	1.61	9.30	Open
40	2579.15	1.01	0.51	Open
41	451.96	0.90	1.09	Open
43	451.96	0.90	0.00	Open
44	2415.02	0.95	0.44	Open
45	2760.41	2.44	4.80	Open
46	1457.95	2.90	11.20	Open
48	1457.95	1.29	0.00	Open
49	967.46	1.92	4.95	Open
51	1302.46	2.59	9.30	Open
52	1190.98	0.59	0.00	Open
53	1224.04	1.08	0.95	Open
54	121.14	0.06	0.00	Open
55	2602.39	1.29	0.95	Open
56	1102.89	0.98	0.77	Open
57	2723.53	1.35	0.77	Open
58	-658.36	0.33	0.00	Open
59	1761.25	1.56	1.96	Open
60	1070.15	2.13	6.05	Open

Página 6

Resultados nos Trechos: (continuação)

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
61	456.70	1.62	5.01	Open
63	456.70	1.62	0.00	Open
64	613.45	1.59	4.02	Open
65	613.45	2.17	9.02	Open
67	613.45	2.17	9.30	Open
68	2756.27	2.44	4.78	Open
70	2756.27	2.44	9.30	Open
2	4556.37	1.32	0.53	Open
17	5390.84	1.56	0.73	Open
27	4749.59	1.37	0.57	Open
38	4459.64	1.29	0.51	Open
42	-287.83	0.09	0.00	Open
47	4171.81	1.20	0.44	Open
50	-834.47	0.27	0.00	Open
62	4888.99	1.41	0.61	Open
66	4816.58	1.39	0.59	Open
69	4701.03	1.36	0.56	Open
71	602.25	2.13	6.13	Open
72	266.83	1.36	3.17	Open
73	344.58	1.75	5.23	Open
74	335.00	1.71	4.95	Open
75	2065.17	1.83	1.96	Open
VSP	10619.03	2.56	0.00	Open Válvula
R21A	150.61	0.77	16.70	Active Válvula
R21B	240.39	1.91	15.71	Active Válvula
R23B	549.22	1.09	1.98	Active Válvula
V23A	811.26	2.11	1.91	Active Válvula
R18	1006.20	0.89	4.49	Active Válvula
R10	455.06	1.61	5.95	Active Válvula
R17	451.96	0.90	8.87	Active Válvula
R14	1457.95	1.29	5.79	Active Válvula
R20	1302.46	2.59	8.13	Active Válvula
R25	456.70	1.62	25.73	Active Válvula
R6	613.45	2.17	33.11	Active Válvula
R7	2756.27	2.44	10.68	Active Válvula

1.3.5.2 Subadutora R7-R15

Página 1

31/08/2015 09:38:06

```
*****
*                               EPANET 2.0 Brasil                       *
*                               Hidráulica e Qualidade da Água          *
*                               Simulação da Rede                        *
*                               Versão 2.00.11                          *
*****
```

Arquivo de Rede: ESQUEMÁTICO-SOLUÇÃO-R7-R15-2040.net

Tabela de Trecho - Nó:

Trecho: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento m	Diâmetro mm
p2	DERIV.R3	n3	2060	1600
p5	DERIV.R3	n6	2350	700
p6	DERIV.R3	RED1600x1200	1759	1600
p7	RED1600x1200	DERIV.R4.1	5	1200
p8	DERIV.R4.1	DERIV.R19	80	1200
p9	DERIV.R19	n10	622	700
p10	DERIV.R19	DERIV.R4.2	1820	1200
p11	DERIV.R4.2	RED1200x900	1861	1200
p12	RED1200x900	DERIV.R5	740	900
p13	DERIV.R5	n14	1050	700
p14	n14	n15	582	550
p15	DERIV.R5	n16	350	900
1	R7	2	0.01	1600
3	4	R3	0.01	2000
4	DERIV.R4.1	n18	1759	600
5	5	R4	0.01	2000
6	DERIV.R4.2	n18	740	400
7	6	R19	0.01	700
9	8	R5	0.01	700
P16	10	R15	0.01	900
11	DERIV.R3	n6	2350	800
R7	2	n3	#N/A	1600 Válvula
R3	n6	4	#N/A	700 Válvula
R4	n18	5	#N/A	1000 Válvula
R19	n10	6	#N/A	700 Válvula
R5	n15	8	#N/A	500 Válvula
R15	n16	10	#N/A	900 Válvula

Página 2

Resultados nos Nós:

Nó	Consumo	Carga	Hidráulica	Pressão	Qualidade
ID	LPS	m	m		
DERIV.R3	0.00	77.76	53.08	0.00	
n3	0.00	79.80	0.00	0.00	
n6	0.00	76.54	5.54	0.00	
RED1600x1200	0.00	76.69	61.83	0.00	
DERIV.R4.1	0.00	76.68	62.34	0.00	
DERIV.R19	0.00	76.55	62.56	0.00	
n10	0.00	74.86	15.86	0.00	
DERIV.R4.2	0.00	75.20	52.48	0.00	
RED1200x900	0.00	73.82	59.12	0.00	
DERIV.R5	0.00	71.37	49.82	0.00	
n14	0.00	70.34	30.95	0.00	
n15	0.00	68.34	7.44	0.00	
n16	0.00	70.76	10.76	0.00	
n18	0.00	66.51	3.71	0.00	
2	0.00	79.80	0.00	0.00	
4	0.00	74.00	3.00	0.00	
5	0.00	66.30	3.50	0.00	
6	0.00	67.00	8.00	0.00	
8	0.00	65.90	5.00	0.00	
10	0.00	69.00	9.00	0.00	
R7	-2654.34	79.80	0.00	0.00	RNF
R3	580.60	74.00	0.00	0.00	RNF
R4	490.68	66.30	0.00	0.00	RNF
R19	504.50	67.00	0.00	0.00	RNF
R5	300.32	65.90	0.00	0.00	RNF
R15	778.24	69.00	0.00	0.00	RNF

Resultados nos Trechos:

Trecho:	Vazão	Velocidade	Perda de Carga	Estado
ID	LPS	m/s	m/km	
p2	-2654.34	1.32	0.99	Open
p5	218.67	0.57	0.52	Open
p6	2073.74	1.03	0.61	Open
p7	2073.74	1.83	2.71	Open
p8	1583.06	1.40	1.59	Open
p9	504.50	1.31	2.73	Open
p10	1078.56	0.95	0.74	Open
p11	1078.56	0.95	0.74	Open
p12	1078.56	1.70	3.32	Open
p13	300.32	0.78	0.98	Open
p14	300.32	1.26	3.44	Open
p15	778.24	1.22	1.74	Open
1	2654.34	1.32	0.93	Open
3	580.60	0.18	0.00	Open
4	490.68	1.74	5.78	Open

Página 3

Resultados nos Trechos: (continuação)

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
5	490.68	0.16	0.00	Open
6	0.00	0.00	0.00	Closed
7	504.50	1.31	2.79	Open
9	300.32	0.78	0.93	Open
P16	778.24	1.22	1.40	Open
11	361.93	0.72	0.52	Open
R7	2654.34	1.32	0.00	Open Válvula
R3	580.60	1.51	2.54	Active Válvula
R4	490.68	0.62	0.21	Active Válvula
R19	504.50	1.31	7.86	Active Válvula
R5	300.32	1.53	2.44	Active Válvula
R15	778.24	1.22	1.76	Active Válvula

1.4 ESTUDO DE ALTERNATIVA DOS SETORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO SIAA DE SALVADOR

1.4.1 Considerações Iniciais

Por definição, Setor de Abastecimento de Água corresponde a um setor da rede de distribuição de água completamente isolado, com características próprias, cujo volume de água de entrada é medido, de forma a que permita a identificação de suas reais características de funcionamento sob o ponto de vista operacional e comercial (Coelho, A.C., 2002).

Para adequar-se à acentuada variação horária do consumo, as redes distribuidoras necessitam de um componente físico de comando do processo – o Reservatório de Distribuição de Água, cujo principal atributo é a capacidade volumétrica, capaz de proporcionar o atendimento na amplitude da variação de consumo por parte dos usuários. Além disso, o Reservatório de Distribuição cumpre a função de regular as pressões na rede de distribuição, evitando a ocorrência de pressões excessivas que potencializam as perdas de água.

Na falta do Reservatório, a rede de distribuição estará conectada diretamente à uma adutora de água tratada, usualmente dimensionada para atender a vazão máxima diária e funcionar com pressões elevadas. Consequentemente, nas horas de maior consumo a rede de distribuição demandará vazões superiores à capacidade de oferta da adutora, além de ficar sujeita a pressões de trabalho acima dos níveis recomendados. Estas condições impossibilitam o desempenho satisfatório da rede de distribuição, com prejuízo ao atendimento.

Assim, o Setor Típico de Abastecimento de Água é concebido como a área da rede de distribuição sob influência de um Reservatório de Distribuição, exercendo este as funções de alimentação em conformidade com a variação horária do consumo e manutenção das pressões na rede em níveis adequados.

Conforme apresentado no diagnóstico (Tomo II, Vol. 4, Capítulo 1), o SIAA de Salvador abrange 57 Zonas de Abastecimento. Muitas dessas zonas encontram-se com abastecimento precário, alimentadas diretamente por adutoras (sem o controle de reservatórios) que não garantem pressões adequadas na rede, provocando a intermitência do abastecimento ou sobrepressões. As Zonas de Abastecimento estão distribuídas por Setores de Abastecimento. Quatorze (14) setores são alimentados por reservatórios e atendem 39 Zonas de Abastecimento. As dezoito (18) zonas restantes são abastecidas diretamente das adutoras, por distribuição em marcha. A Adutora ETA-R7 ainda abastece parcialmente a ZA-27 e a ZA-22. O **Quadro 1.146** mostra as Zonas de Abastecimento do SIAA atendidas pelos seus respectivos Setores.

Quadro 1.146 - Configuração atual dos Reservatórios SIAA

CÓDIGO ATUAL	SETOR DE ABASTE- CIMENTO	ZONAS DE ABASTECIMENTO	LOCALIZAÇÃO	COTA DO FUNDO (m)	CAPACIDADE (m³)		OBSER- VAÇÕES
					APOIADO	ELEVADO	
Unidade Regional da Bolandeira - UMB							
R1	R1	ZA 41	Duna Grande (2 câmaras)	56,80	11.500	-	
ETA T. Sampaio	-	ZA 42	Boca do Rio	-	-	-	
R20	R20	ZA 43, ZA 46, ZA 47, ZA 49, ZA 50, ZA 51	Fazenda Grande III	69,00	8700	-	
R23A	R23A	ZA 44, ZA 45	Caji (Lauro de Freitas)	64,00	8.700	-	
ADUTORA ETA-R7	-	ZA 48	Areia Branca	-	-	-	
Unidade Regional do Cabula - UML							
R7	R7	ZA 20, ZA 23, ZA 24, ZA 25, ZA 26, ZA 27 (Parte)	Cabula (4 câmaras de 9.000 m³)	79,80	36.000	-	Parte da ZA 22 é abastecida pela adutora ETA-R7
R7T			Cabula	102,50	-	500	
R25	R25	ZA 22	Goméia	79,00	8.700	-	
R25T			Goméia	105,50	-	1.000	
ADUTORA ETA-R7	-	ZA 21, ZA 27 (Parte)	Cidade Baixa e Mata Escura	-	-	-	
Unidade Regional da Federação - UMF							
R3	R3	ZA 04, ZA 06, ZA 07 e ZA 11	Caixa D'Água	71,00	10.000	-	
R3T			Caixa D'Água	94,10	-	700	
R4	R4	-	Pitangueiras (2 câmaras)	62,80	21.000	-	Desativado para reforma
R4T			Pitangueiras	79,80	-	750	
R5	R5	ZA 03	Garcia (2 câmaras)	60,90	3.000	-	
R5T			Garcia	92,20	-	500	
R15	R15	ZA 01, ZA 02, ZA 05	Federação	60,00	21.500	-	
R15T			Federação	90,00	-	1.000	
R19	R19	ZA 14	Campinas de Brotas	59,00	8.700	-	
SUBADUTO RA R7-R15	-	ZA 08, ZA 09, ZA 10, ZA 12, ZA 13	Brotas	-	-	-	Provisório
Unidade Regional de Pirajá - UMJ							
R9T	R9T	-	Antigo CIA-Sul	125,50	-	500	Desativado
R10	R10	ZA-69	Ilha Amarela	97,00	8.700	-	-
R10T			Ilha Amarela	111,50	-	700	
R12	R12	-	Praia Grande (2 câmaras)	51,00	800	-	Caixa de Passagem
R13	R13	-	Coutos (2 câmaras)	53,00	1.100	-	Desativado
R14	R14	ZA 63, ZA 72, ZA 73	Águas Claras (2 câmaras)	104,00	17.400	-	-
R14T			Águas Claras	119,00	-	500	
R17	R17	ZA 60, ZA 61, ZA 71	Pirajá	104,00	7.616	-	
R17T			Pirajá	119,00	-	600	
R18	R18	ZA 67, ZA 68, ZA 74, ZA 75, ZA 78	Valéria	110,00	8.700	-	
R18T			Valéria	126,30	-	500	
R21	R21	ZA 80, ZA 85	Simões Filho (2 câmaras)	102,00	7.800	1.480	
ADUTORA ETA-R7	-	ZA 62, ZA 70, ZA 79, ZA 81, ZA 82, ZA 84	Simões Filho (Sul), Palestina, Cajazeiras, Águas Claras	-	-	-	
ETA SUBUR- BANA	-	ZA 64, ZA 65, ZA 77, ZA 83	Valéria	-	-	-	

Para garantir a capacidade de condução e distribuição de água de cada setor que compõe o SIAA de Salvador propõe-se no presente Plano uma nova concepção de setorização, decorrente do diagnóstico do sistema atual que indica a necessidade de algumas adequações técnicas.

A Nova Setorização proposta pelo presente Plano prevê o abastecimento de todas as Zonas através de Centros de Reservação conforme apresentado na **Figura 1.67**. O **Quadro 1.147**, apresentado na sequência, mostra as Zonas de Abastecimento do SIAA atendidas pelos seus respectivos Setores.

No relatório de diagnóstico foram avaliadas as tubulações de reforço necessárias (em paralelo) para que a concepção atual pudesse veicular as vazões máximas de final de plano (ano 2040). Apesar de viabilizar o atendimento, as medidas propostas na fase de diagnóstico devem ser consideradas como soluções emergenciais, pois não eliminam o abastecimento direto por adutoras que se mostra inadequado sob os aspectos técnico e econômico. Por isso, a nova setorização aqui proposta é apresentada como alternativa única para o SIAA de Salvador, partindo-se da premissa que cada setor de abastecimento deverá obrigatoriamente contar com um reservatório de distribuição, componente capaz de proporcionar o atendimento na amplitude da variação horária de consumo dos usuários e possibilitar melhor controle da pressão na rede de distribuição relativamente aos valores pré-estabelecidos para garantia de atendimento adequado e proteção das tubulações.

A concepção de setorização e proposições técnicas indicadas, introduzidas na etapa do diagnóstico, sofreram algumas modificações e agora são mais bem fundamentadas e descritas, ainda que revestidas de um caráter conservativo. As ampliações aqui apontadas deverão ser confirmadas quando da elaboração dos projetos executivos.

Para verificação da nova setorização proposta, foi utilizado o *layout* da rede de distribuição fornecido pela EMBASA, cuja confiabilidade somente poderá ser atestada quando da implantação dos projetos executivos que serão elaborados a partir do presente estudo de alternativa. Eventuais divergências que venham a ser constatadas implicarão em modificações dos estudos de setores aqui apresentados.

A verificação hidráulica da rede de distribuição, com base na configuração de setores proposta para o sistema, tem como principal objetivo avaliar a capacidade de condução e distribuição de água de cada setor que compõe o SIAA de Salvador, para a demanda de final de plano (2040), a fim de verificar a necessidade de ampliação ou substituição de trechos e também implantação de válvulas redutoras de pressão, que possam contribuir com a melhoria das condições de abastecimento, além de proporcionar um maior equilíbrio hidráulico no sistema.

Pressões elevadas estão associadas a maiores perdas de água. As máximas pressões nas redes ocorrem durante o período noturno quando o consumo de água é mínimo e as pressões têm valores próximos a carga estática relativa ao N.A. máximo do reservatório. Para avaliar esta pressão estática nas zonas, e corrigir possíveis excessos de pressão durante períodos de menor consumo, foi realizada uma simulação reduzindo os consumos nos nós para próximo de zero e avaliando o comportamento da rede. Quando necessárias, foram propostas válvulas redutoras de pressão configuradas para garantir a pressão em níveis desejáveis, sobretudo no período de menor consumo.

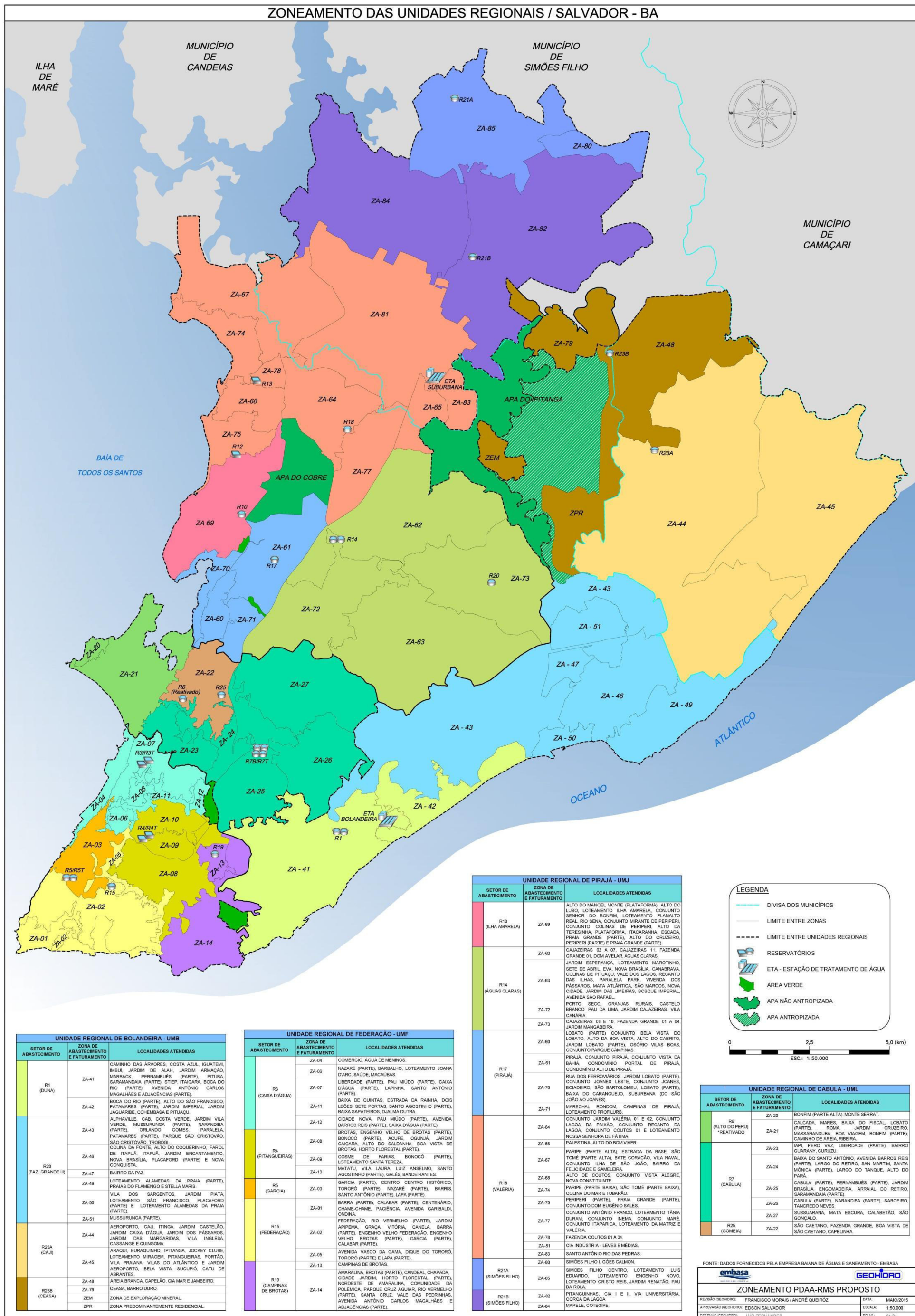


Figura 1.67 - Setorização proposta para o Sistema de Distribuição do SIAA de Salvador

Quadro 1.147 - Configuração Setorização Proposta dos Reservatórios

CÓDIGO ATUAL	SETOR DE ABASTECIMENTO	ZONAS DE ABASATECIMENTO	LOCALIZAÇÃO	COTA DO FUNDO (m)	CAPACIDADE (m³)		OBSERVAÇÕES
					APOIADO	ELEVADO	
Unidade Regional da Bolandeira - UMB							
R1	R1	ZA 41, ZA 42	Duna Grande (2 câmaras)	56,80	31.500	-	Ampliar - 1 Câmara de 20.000 m³
R20	R20	ZA 43, ZA 46, ZA 47, ZA 49, ZA 50, ZA 51	Fazenda Grande III (3 câmaras)	69,00	30.200	-	Ampliar - 2 Câmaras de 8.700 m³
R23A	R23	ZA 44, ZA 45, ZA 48, ZA 79, ZEM*, ZPR*	Caji (Lauro de Freitas) (2 câmaras)	64,00	17.400	-	Ampliar - 1 Câmara de 8.700 m³
R23 B			CEASA (2 câmaras)	86,20	17.400	-	Novo - 2 Câmaras de 8.700 e 1 REL de 500 m³
R23BT			CEASA	105,00	-	500	
Unidade Regional do Cabula - UML							
R7	R7	ZA 20, ZA 23, ZA 24, ZA 25, ZA 26, ZA 27	Cabula (5 câmaras)	79,80	44.700	-	Ampliar - 1 Câmara de 8.700 m³
R7T			Cabula	102,50	-	500	
R25	R25	ZA 22	Goméia (2 câmaras)	79,00	11.700	-	Ampliar - 1 Câmara de 3.000 m³
R25T				105,50	-	1.000	
R6	R6	ZA 20, ZA 21	Alto do Peru (2 câmaras)	68,20	17.400	-	Reativar - Construir 2 câmaras de 8.700 m3
Unidade Regional da Federação - UMF							
R3	R3	ZA 04, ZA 06, ZA 07, ZA 11, ZA 12	Caixa D'Água (2 câmaras)	71,00	12.800	-	Ampliar - 1 Câmara de 2.800 m³
R3T			Caixa D'Água	94,10	-	700	
R4	R4	ZA 08, ZA 09, ZA 10	Pitangueiras (2 câmaras)	62,80	21.000	-	Recuperar e Ativar
R4T			Pitangueiras	79,80	-	750	
R5	R5	ZA 03	Garcia (2 câmaras)	60,90	3.000	-	Vazão compartilhada do R15
R5T			Garcia	92,20	-	500	
R15	R15	ZA 01, ZA 02, ZA 05	Federação	60,00	21.500	-	Vazão compartilhada Com o R5
R15T				90,00	-	1.000	
R19	R19	ZA 13, ZA 14	Campinas de Brotas (2 câmaras)	59,00	11.600	-	Novo - 1 Câmara de 2.900 m³ e REL 500 m³(Cota REL estimada)
R19T			Campinas de Brotas	76,00	-	500	
Unidade Regional de Pirajá - UMJ							
R10	R10	ZA-69	Ilha Amarela	97,00	9.400	-	Necessidade de ampliação de 700 m³
R10T				111,50	-	700	
R14	R14	ZA 62, ZA 63, ZA 72, ZA 73	Águas Claras (4 câmaras)	104,00	34.800	-	Ampliar - 2 Câmaras de 8.700 m³
R14T			Águas Claras	119,00	-	500	
R17	R17	ZA 60, ZA 61, ZA 70, ZA 71	Pirajá (2 câmaras)	104,00	10.416	-	Ampliar - 1 Câmaras de 2.800 m³
R17T				119,00	-	600	
R18	R18	ZA 67, ZA 68, ZA 74, ZA 75, ZA 78, ZA 64, ZA 65, ZA 77, ZA 81, ZA 83	Valéria (3 câmaras)	110,00	26.100	-	Ampliar - 2 Câmaras de 8.700 m³
R18T				126,30	-	500	
R21A	R21A	ZA 80, ZA 85	Simões Filho (2 câmaras)	102,00	7.800	1.480	-
R21B	R-NOVO	ZA 82, ZA 84	CIA I	100,00	5.000	-	Novo (Cota REL estimada)
R21BT				120,00	-	500	

* ZEM (Zona de Exploração Mineral) e ZPR (Zona Predominantemente Residencial) são áreas de consumo que estão inseridas na APA do Ipitanga.

A modelagem matemática em regime permanente foi realizada através do *software* Epanet 2.0, que permite simular o comportamento hidráulico estático e dinâmico de sistemas de distribuição de água. Este aplicativo foi criado pela U.S. Environmental Protection Agency- EPA. O programa emprega um sistema de equações lineares, resolvido por método iterativo obedecendo aos critérios de limitação de velocidade, perdas de carga e pressão, seguindo os parâmetros de dimensionamento da Norma da ABNT NBR-12218 (Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público, 1994). Os critérios e parâmetros adotados pelo referido projeto são relacionados a seguir:

- Pressões

Para análise das redes principais existentes, foram consideradas as seguintes recomendações da Norma NBR-12218 /NB-594/77:

- Pressão estática máxima: foi adotada a pressão máxima de 50 m.c.a., tolerando-se, no entanto, que em 10% da área estudada a pressão se situe entre 50 e 60 m.c.a. e em 5% da área analisada a pressão fique no intervalo de 60 a 70 m.c.a.; e
- Pressão dinâmica mínima: foi adotado o valor de 15 m.c.a., uma vez que os estudos das redes apresentadas no PARMS não contemplam as redes secundárias. São toleradas pressões mínimas de até 10 m.c.a., desde que estejam presentes em no máximo 10% da área da Zona de Abastecimento.

- Coeficiente de rugosidade (k) igual a 3 mm

De acordo com ensaios de pitometria realizados pela EMBASA, a variação do coeficiente de rugosidade das redes existentes em Salvador é muito grande, com valores que oscilam de 0,3 mm, para redes de 7 anos de uso, até 7,0 mm, para algumas redes da Cidade Baixa, com cerca de 40 anos de uso.

Tendo em vista que as redes previstas no PARMS são relativamente antigas e visando uniformizar os estudos sobre essas unidades, recomenda-se que seja adotado um coeficiente de rugosidade único, no valor de 3,0 mm. Este caráter conservativo confere maior segurança às avaliações hidráulicas aqui realizadas.

- Coeficiente de reforço máximo diário (k1) igual a 1,2;
- Coeficiente de reforço máximo horário (k2) igual a 1,5;
- Utilização da Fórmula Universal (Darcy-Weisbach) para o dimensionamento e verificação;
- Utilização do N.A. médio dos reservatórios para a simulação hidráulica; e
- Perda de carga unitária (J) máxima igual a 8 m/km

A perda de carga unitária máxima igual a 8 m/km é recomendada pela boa prática da engenharia e visa sinalizar a melhor condição hidráulica em que também os aspectos econômicos são levados em conta no dimensionamento de tubulações de redes de distribuição de água. Desde que o valor $J \leq 8$ m/km, o diâmetro do trecho em análise não necessita ser ampliado. Caso este valor limite venha a ser ultrapassado caberá uma avaliação na qual evidencia-se a necessidade (ou não) de se elevar o diâmetro do trecho em questão.

1.4.2 Verificação Hidráulica das Linhas Tronco dos Setores da UMB

1.4.2.1 Setor R1

O Centro de Reservação deste setor, situado na Estrada do Curralinho, conta atualmente com dois Reservatórios Apoiados com capacidade total de 11.500 m³.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que é necessária a implantação imediata do volume de 20.000 m³, totalizando um volume de reservação de 31.500m³, conforme previsto no projeto existente da EMBASA, para atender a capacidade de armazenamento recomendada, entre 1/4 (25%) e 1/3 (33%) do Volume Máximo Diário (VMD).

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R1 retome o atendimento inicialmente previsto em sua concepção original de suprir as Zonas de Abastecimento 41 e 42. Nesta configuração aqui proposta, o Setor terá apenas uma zona de pressão. Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.148**.

Quadro 1.148 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R1

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R1	Duna Grande	UMB (Bolandeira)	56,80	68,80	62,80	12,00

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida para a RMS, a alternativa prevê que o Setor R1 atenda:

- ZA 41: bairros Caminho das Árvores, Costa Azul, Iguatemi, Imbuí, Jardim de Alah, Jardim Armação, Marback, Pernambués (parte), Pituba, Saramandaia (parte), Stiep, Itaigara e Boca do Rio (parte); e
- ZA 42: Boca do Rio, Alto do São Francisco, Patamares (parte), Jardim Imperial, Jardim Jaguaribe, C.H. Embasa, Pituaçu.

No relatório da simulação (ver **Mapa 1.01** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório) são observados nós próximos ao reservatório, em cotas elevadas, com pressões inferiores a 10 m.c.a. Esses nós não realizam distribuição de água e são apenas pontos de estudo da linha tronco. Logo, estas pressões baixas não implicam no mau funcionamento da rede.

Esse setor abastece bairros que abrangem consumidores situados na orla de Salvador, em cotas baixas. Isso implica em desníveis geométricos de 50 a 60 m entre o N.A. médio do reservatório e as cotas de muitos pontos de consumo. Logo, para manutenção de pressões estáticas dentro dos limites preconizados, foram inseridas duas válvulas redutoras de pressão na ZA 42. A ZA 41 é composta por anéis e trechos seccionados. Os nós que possuem cotas mais baixas, e estão sujeitos a pressões estáticas superiores, são alimentados por trechos de maiores diâmetros que são responsáveis pela circulação de grande parte da vazão para as extremidades dos anéis, o que dificulta o isolamento do trecho para regular a pressão com válvulas redutoras de pressão. Observa-se, contudo, que as pressões estáticas na ZA 42 não superam 60 m.c.a.

Para garantir o bom funcionamento da rede foi necessário, além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, novos trechos e reforços, que totalizam 15.212,00 m de extensão, com os diâmetros apresentados no **Quadro 1.149**.

Quadro 1.149 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R1

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	985,70	0,00	985,70	271,18	267.302,13
300	PVC DEFºFº	3.985,81	1.350,10	5.335,91	415,66	2.217.924,35
350	FºFº	957,10	413,50	1.370,60	576,56	790.233,14
400	FºFº	1.019,63	745,60	1.765,23	642,93	1.134.919,32
500	FºFº	1.735,17	2.097,00	3.832,17	940,03	3.602.354,77
600	FºFº	1.054,09	0,00	1.054,09	1.175,93	1.239.536,05
700	FºFº	868,30	0,00	868,30	1.583,52	1.374.970,42
TOTAL	-	10.605,80	4.606,20	15.212,00	-	10.627.240,17

1.4.2.2 Setor R20

O Centro de Reservação desse setor, situado na Estrada do Coqueiro Grande, bairro de Fazenda Grande III, em Cajazeiras, conta atualmente com um Reservatório Apoiado de 8.700 m³.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que é necessária a implantação imediata do volume de 21.500 m³ para atender à reservação com limites de 1/4 (25%) a 1/3 (33%) do VMD. O projeto existente da EMBASA previu o acréscimo de 17.500 m³, no entanto constatou-se esse volume ser ainda insuficiente para manter-se a relação "Vol. disponível / VMD Setor R20" acima do limite inferior da faixa desejada (25%).

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R20 abasteça as zonas ZA 46, ZA 47, ZA 49, ZA 50, ZA 51 e 96% da ZA 43 (4% desta zona, referente a parte alta, será atendida pelo Setor R7). O nível de água operacional da reservação deste setor pode ser visto no **Quadro 1.150**.

Quadro 1.150 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R20

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R20	Fazenda Grande III	UMB (Bolandeira)	69,00	81,00	75,00	12,00

Fonte: EMBASA (MACM)

A alternativa de setorização sugerida prevê a seguinte configuração de atendimento do Setor R20:

- ZA 43 (96%): Alphaville, CAB, Costa Verde, Jd. Vila Verde, Mussurunga (parte), Narandiba (parte), Orlando Gomes, Paralela, Patamares, Pq. São Cristovão, São Cristovão, Trobogi;
- ZA 46: Colina da Fonte, Alto Coqueirinho, Farol de Itapuã, Itapuã, Jd. Encantamento, Nova Brasília, Placaford (parte) e Nova Conquista;
- ZA 47: Bairro da Paz;
- ZA 49: Loteamento Alamedas da Praia (parte), Praias do Flamengo e Stella Maris;
- ZA 50: Vila dos Sargentos, Jardim Piatã, Loteamento São Francisco e Placaford (parte); e
- ZA 51: Mussurunga (parte).

O **Mapa 1.02**, apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, sintetiza a avaliação hidráulica das linhas tronco para a Setorização proposta. Para regular as pressões foram inseridas nove válvulas redutoras de pressão e um

trecho foi seccionado para possibilitar melhor controle de pressões com as válvulas propostas. Não se observa pressões inferiores a 10 m.c.a. no setor. São observados alguns nós com pressões dinâmicas e estáticas superiores a 50 m.c.a. e inferiores a 60 m.c.a.

Para garantir o bom funcionamento da rede foi necessário, além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, em que buscou-se melhorar o abastecimento do Sistema sem modificar as setorizações atuais, novos reforços, que totalizam 11.921,00 m, com os diâmetros apresentados no **Quadro 1.151**, a seguir.

Quadro 1.151 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R20

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)				CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	REFORÇO AJUSTADO DO DIAGNÓSTICO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	767	0	0	767,00	271,18	207.995,06
300	PVC DEFºFº	1.795,00	1.000,00	0	2.795,00	415,66	1.161.769,70
400	FºFº	2.599,00	0	0	2.599,00	642,93	1.670.975,07
500	FºFº	348	0	0	348,00	940,03	327.130,44
600	FºFº	0	0	621	621,00	1.175,93	730.252,53
700	FºFº	0	0	1.594,00	1.594,00	1.583,52	2.524.130,88
800	FºFº	1.404,00	0	0	1.404,00	1.942,86	2.727.775,44
900	FºFº	1.793,00	0	0	1.793,00	2.180,90	3.910.353,70
TOTAL	-	8.706,00	1.000,00	2.215,00	11.921,00	-	13.260.382,82

1.4.2.3 Setor R23

Durante a fase de diagnóstico, o projeto da EMBASA - Setor R23, elaborado pela UFC (Maio, 2012), foi avaliado segundo os critérios adotados no PARMS para que, a partir desta avaliação, fossem propostas as alternativas para este setor.

O atual Centro de Reserva do Setor R23, situado na localidade Parque São Paulo, Caji, em Lauro de Freitas, dispõe de apenas uma câmara apoiada de 8.700 m³ responsável pelo abastecimento das zonas ZA 44 e ZA 45.

O projeto da EMBASA prevê uma série de ampliações e melhorias, relacionadas a seguir:

- Incorporação da ZA 48 (antes abastecida diretamente pela adutora) e de zonas de abastecimento específico como a ZEM (Zona de Exploração Mineral) e ZPR (Zona Predominantemente Residencial);
- Reorganização das zonas de pressão do setor;
- Criação de um novo centro de reserva;
- Ampliação do atual centro de reserva;
- Expansão da área de atendimento com a construção de novas linhas tronco; e
- Reforço das linhas tronco existentes.

Além dessas modificações, foi proposta na fase de diagnóstico a incorporação da ZA 79 (antes abastecida diretamente pela adutora).

De acordo com a concepção prevista no diagnóstico, a área total do Setor R23 foi dividida em 02 subsetores, a saber:

Centro de reservação R23A:

- Atual R23, localizado no Parque São Paulo, Caji, em Lauro de Freitas responsável pelo atendimento da Zona Baixa do setor. Será implantada neste centro de reservação uma câmara apoiada de 8.700 m³ totalizando um volume de 17.400 m³.

Centro de reservação R23B:

- Novo centro de reservação, localizado nas proximidades da rotatória da CEASA na rodovia CIA-Aeroporto. Responsável pelo atendimento da Zona Média e Alta do setor. Conterá com duas câmaras apoiadas de 8.700 m³, um reservatório elevado de 500 m³ e uma Estação Elevatória Setorial.

Com a implantação prevista do novo Setor R23B, nas proximidades da CEASA, associado ao setor existente R23 ampliado (agora denominado R23A), o atendimento passará a ter uma nova divisão altimétrica, agora conforme as três zonas distintas que são a seguir apresentadas:

- Zona Baixa: com cotas altimétricas inferiores a 45 m, abrangendo:
 - 60,3% da área da ZA 44 (Aeroporto e parte das localidades: Caji, Itinga, Jd. do Castelão, Jd. Caixa D' Água, Jd. dos pássaros, Jd. Margaridas e Vila Inglesa); e
 - 100% da área da ZA 45 (Araqui, Buraquinho, Ipitanga, Jockey Clube, Lot. Miragem, Pitangueiras, Portão, Vila Praiana, Vilas do Atlântico, Jd. Aeroporto e Bela Vista). Obs: As localidades de Sucupió e Catu de Abrantes, no município de Camaçari, abastecidas em caráter provisório pelo R23A, passariam a ser abastecidas pelo SIAA de Machadinho, a partir da ampliação deste sistema, conforme estudos de concepção e viabilidade elaborados no PARMS para o município de Camaçari.
- Zona Média: estabelecida entre as elevações iguais ou superiores a 45 m e inferiores a 65 m, contempla as localidades de Cassange (parte) e Itinga (parte) distribuída da seguinte forma:
 - 56,9% da área da ZPR; e
 - 4,9% da área da ZA 44.
- Zona Alta: refere-se as parcelas que serão atendidas com cotas entre 65,0 m e 91,0 m, abrangendo:
 - 34,8% da área da ZA 44 (Quingoma e parte das localidades: Caji, Itinga, Jd. do Castelão, Jd. Caixa D' Água, Jd. dos pássaros, Jd. Margaridas, Vila Inglesa e Cassange);
 - 100% da área da ZA 48 (Areia Branca, Capelão, CIA Mar e Jambeiro);
 - 100% da área da ZA 79 (CEASA e Barro Duro);
 - 43,0% da área da ZPR (Cassange (parte)); e
 - ZEM (Cassange (parte)).

Por sua vez, as cotas de atendimento previstas dos reservatórios são as apresentadas no **Quadro 1.152**.

Quadro 1.152 - Níveis Operacionais da Reservação Ampliada do Setor R23 (R23A + R23B)

NÍVEL DE ATENDIMENTO	ZONA BAIXA	ZONA MÉDIA	ZONA ALTA
	RAPs Setor R23A	RAPs Setor R23B	REL Setor R23B
N.A. Mínimo	64,00 m	86,20 m	105,00 m
N.A. Médio	68,00 m	90,10 m	107,28 m
N.A. Máximo	72,00 m	94,00 m	109,55 m

Fonte: EMBASA, 2012

A distribuição de reservação do setor segundo a divisão altimétrica é descrita a seguir:

Zona Baixa:

- O R23A possui uma câmara de 8.700 m³;
- Para o R23A existe projeto da EMBASA para ampliação do setor com uma câmara apoiada de 8.700 m³ que será implantada em 2020, com todo o volume dedicado exclusivamente para este setor;
- Da primeira câmara de 8.700 m³ do Setor R23B, que será implantada em 2020, uma parcela de 500 m³ da mesma será destinada à Zona Baixa;
- Em 2025, quando da implantação da segunda câmara apoiada do Setor R23B, com volume total de 8.700 m³, uma parcela de 3.150 m³ será destinada também à Zona Baixa; e
- Estas quatro parcelas (8.700 + 8.700 + 500 + 3.150) totalizam o volume de 21.050 m³ destinados à Zona Baixa.

Zona Média:

- Da primeira câmara de 8.700 m³ do Setor R23B, que será implantada em 2020, uma parcela de 1.800 m³ da mesma será destinada à Zona Média;
- Em 2025, quando da implantação da segunda câmara apoiada do Setor R23B, com volume total de 8.700 m³, uma parcela de 270 m³ será destinada também à Zona Média; e
- Estas duas parcelas (1.800 + 270) totalizam o volume de 2.070 m³ destinados à Zona Média.

Zona Alta:

- Da primeira câmara de 8.700 m³ do Setor R23B, que será implantada em 2020, uma parcela de 6.400 m³ da mesma será destinada à Zona Alta, assim como o REL 500 m³ que também será implantado no ano de 2020;
- Em 2025, quando da implantação da segunda câmara apoiada do Setor R23B, com volume total de 8.700 m³, uma parcela de 5.280 m³ será destinada também à Zona Alta; e
- Estas três parcelas (6.400 + 500 + 5.280) totalizam o volume de 12.180 m³ destinados à Zona Alta.

Para simulação do R23 como um todo foi considerado o projeto da UFC. Além das zonas de abastecimento ZA 44, ZA 45 e ZA 48 foi inserida também a ZA 79, conforme proposto pela nova setorização. A simulação realizada no Epanet (ver **Mapa 1.03** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório) confirmou atendimento satisfatório segundo o projeto da UFC. Um nó apresentou pressão inferior a 10 m.c.a, mas que não é responsável por consumo, apenas compõe o traçado da linha tronco.

Ainda nesta simulação foi proposta a inserção de mais três VRPs, além das VRPs previstas pelo projeto da UFC. Desta forma, os parâmetros estabelecidos de pressão máxima neste relatório foram atendidos. Os nós imediatamente a montante das VRPs assumem o valor do nó de jusante da válvula, caso esta não esteja em operação. Destarte seu valor deve ser desconsiderado.

Para garantir o bom funcionamento da rede, foram necessárias outras ampliações na ZA 79 (não contemplada pelo projeto da UFC). Os reforços necessários para o bom funcionamento da rede totalizam 53.799,51 m, como apresentados no **Quadro 1.153** abaixo.

Quadro 1.153 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R23

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO PROJ. UFC	REFORÇO NOVO	TOTAL (M)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	5.049,20	1.919,20	6.968,40	271,18	1.889.690,71
250	PVC DEFºFº	4.268,60	0,00	4.268,60	339,47	1.449.061,64
300	PVC DEFºFº	7.464,16	0,00	7.464,16	415,66	3.102.552,75
400	FºFº	20.796,35	0,00	20.796,35	642,93	13.370.597,31
500	FºFº	2.446,90	425,50	2.872,40	940,03	2.700.142,17
600	FºFº	7.656,00	0,00	7.656,00	1.175,93	9.002.920,08
700	FºFº	3.773,80	0,00	3.773,80	1.583,52	5.975.887,78
TOTAL	-	51.455,01	2.344,70	53.799,71	-	37.490.852,43

1.4.3 Verificação Hidráulica das Linhas Tronco dos Setores da UML

1.4.3.1 Setor R6

Conforme avaliado na fase de diagnóstico, propõe-se a reativação do Setor R6 para atender as Zonas de abastecimento ZA 20 e ZA 21 (Cidade Baixa). A reativação deste setor justifica-se pela sua posição estratégica devido à proximidade da ZA 20 e ZA 21, bem como pela sua altimetria, provendo disponibilidade energética suficiente para atender essas zonas. A ZA 21 atualmente é abastecida diretamente pela Adutora Principal, aduzindo vazão máxima horária da mesma, condição tecnicamente não recomendada. A ZA 20 é atualmente abastecida a partir do R7 por uma adutora de 400 mm e conta com *booster* a montante da respectiva zona.

O Centro de Reservação desse setor está situado no Alto do Peru, Rua do Oriente, bairro de São Caetano. A partir de avaliação na fase de diagnóstico foi verificada a necessidade de implantação de duas câmaras apoiadas de 8.700 m³ cada, totalizando um volume de 17.400 m³.

Para este Setor serão apresentadas duas alternativas. Na **Alternativa 1**, será mantido o *booster* a montante da ZA 20. No caso da **Alternativa 2** propõe-se desativar o *booster* e implantar uma adutora saindo do R6 dedicada para a ZA 20. Estas alternativas foram propostas devido à dificuldade de manter as pressões da ZA 21 controladas (pressão abaixo de 50 m.c.a.) e ao mesmo tempo garantir que as pressões da ZA 20 fossem satisfatórias (pressões acima de 10 m.c.a.).

Em ambas alternativas, o setor terá apenas uma zona de pressão abastecida por reservatório apoiado com o N.A. Médio de 69,70 m. O **Quadro 1.154** abaixo apresenta o nível operacional existente do R6 apoiado (utilizado como referência para os cálculos realizados nas simulações deste setor).

Quadro 1.154 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor Novo proposto

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE	COTA (m)			ALTURA
		REGIONAL	FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R6	Alto do Peru	UML (Cabula)	68,20	71,20	69,70	3,00

Fonte: EMBASA (MACM)

- **Alternativa 1**

Nesta Alternativa o *booster* localizado a montante da ZA 20 foi mantido uma vez que não foi possível atender os parâmetros de pressão estabelecidos neste relatório. Desta forma, a VRP já existente a montante da ZA 21 foi regulada de maneira que a pressão não ultrapassasse 50 m.c.a e que a pressão mínima na ZA-20 fosse acima de 10 m.c.a. Para estabelecer este parâmetro, garantindo o bom funcionamento da rede, avaliaram-se as linhas tronco nas condições mais críticas: demanda máxima horária para final de plano, e demanda mínima (considerando-se um abastecimento menor que 1% da demanda máxima horária de final de plano).

Foi proposta também uma nova curva para o *booster* com altura manométrica menor do que o *booster* em funcionamento. A simulação para esta alternativa apresentou-se satisfatória com todos os nós do setor mantendo pressões entre 10 e 50 m.c.a.

Para garantir o bom funcionamento da rede foi necessário, além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, novos trechos e reforços, que totalizam 2.871,44m, com os diâmetros propostos apresentados no **Quadro 1.155** a seguir.

Quadro 1.155 - Resumo ampliação das tubulações do R6 - Alternativa 1

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	1.577,33	0,00	1.577,33	271,18	427.740,35
250	PVC DEFºFº	125,31	0,00	125,31	339,47	42.538,99
300	PVC DEFºFº	1.020,90	132,90	1.153,80	415,66	479.588,51
500	FºFº	0,00	15,00	15,00	940,03	14.100,45
TOTAL	-	2.723,54	147,90	2.871,44	-	963.968,29

O primeiro trecho ampliado à jusante do R6 na fase de diagnóstico torna-se desnecessário. Anteriormente esse trecho havia sido reforçado porque a ZA 21 era abastecida diretamente pela adutora.

- **Alternativa 2**

Nesta alternativa foi proposta uma linha de DN 300 mm e extensão de 4.852,81 m, do reservatório R6 para a ZA 20, com uma VRP a montante para o correspondente controle das pressões desta zona. A VRP a montante da ZA 21 foi regulada para manter as pressões abaixo de 50 m.c.a. (parâmetro de pressão máxima estabelecido neste relatório).

A simulação para esta alternativa apresentou-se satisfatória obtendo-se em todos os nós do setor pressões entre 10 e 50 m.c.a.

Para garantir o bom funcionamento da rede foram necessários, além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, novos trechos, que totalizam 7.724,25 m, com os diâmetros propostos apresentados no **Quadro 1.156** a seguir.

Quadro 1.156 - Resumo ampliação das tubulações do R6 - Alternativa 2

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	1.577,33	0,00	1.577,33	271,18	427.740,35
250	PVC DEFºFº	125,31	0,00	125,31	339,47	42.538,99
300	PVC DEFºFº	1.020,90	4.985,71	6.006,61	415,66	2.496.707,51
500	FºFº	0,00	15,00	15,00	940,03	14.100,45
TOTAL	-	2.723,54	5.000,71	7.724,25	-	2.981.087,30

Para eleger a alternativa a ser implantada foi avaliado o custo das intervenções particulares de cada setor, uma vez que as demais intervenções são comuns aos dois setores.

Alternativa 1

- Ampliação das tubulações conforme o quadro anterior da Alternativa 1: R\$ 963.968,29
- Instalação do novo *booster* R\$ 37.326,00 (considerando 30% do valor de uma E.E. nova); e
- Custo de energia elétrica em valor presente até final de plano (ano 2040): R\$ 269.722,21.

Custo total das intervenções particulares da **Alternativa 1**: R\$ 307.048,21.

Alternativa 2

- Ampliação das tubulações conforme o quadro anterior da Alternativa 2: R\$ 2.981.087,30
- Custo da linha dedicada DN 300 mm para a ZA 20: R\$ 1.930.466,91; e
- Custo da VRP a montante da ZA 20 considerando duas VRPs de 250 mm: R\$ 74.000,00.

Custo total das intervenções particulares da **Alternativa 2**: R\$ 2.004.466,91.

A Alternativa 1 apresentou-se consideravelmente mais econômica, e desta forma, será a alternativa proposta.

O **Mapa 1.04**, apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, sintetiza a avaliação hidráulica das linhas tronco para a Setorização proposta.

1.4.3.2 Setor R7

O Centro de Reserva desse setor, situado no bairro do Cabula, conta atualmente com quatro Reservatórios Apoiados de 9.000 m³, um Reservatório Elevado de 500 m³ e uma Estação Elevatória Setorial.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que é necessária a implantação imediata do volume de 8.700 m³, para atender à reservação com limites de 1/4 (25%) a 1/3 (33%) do VMD.

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R7 abasteça as zonas ZA 23, ZA 24, ZA 25, ZA 26, ZA 27 e 4% da ZA 43 referente à parte alta desta. Nesta configuração aqui proposta, o Setor será dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado com N.A. médio na cota 105,00 m, e uma baixa, abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 85,80 m. A cota limite da área de abrangência dos reservatórios é 60 m. Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.157** a seguir.

Quadro 1.157 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R7

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R7	Cabula	UML (Cabula)	79,80	91,80	85,80	12,00
R7T	Cabula	UML (Cabula)	102,50	107,50	105,00	5,00

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.05** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R7 atenda:

- Por meio do Reservatório Apoiado:
 - ZA 23 (parte): IAPI, Pero Vaz, Liberdade (parte), Guarany, Curuzu;
 - ZA 24: Baixa do Santo Antônio, Barros Reis (parte), Largo do Retiro, San Martin, Santa Mônica (parte), Largo do Tanque, Alto do Pará;
 - ZA 25 (parte): Cabula (parte), Pernambués, Jardim Brasília, Engomadeira, Arraial do Retiro; e
 - ZA 26 (parte): Cabula (parte), Narandiba, Saboeiro, Tancredo Neves.
- Por meio do Reservatório Elevado:
 - ZA 23 (parte): IAPI, Pero Vaz, Liberdade (parte), Guarany, Curuzu;
 - ZA 25 (parte): Cabula (parte), Pernambués, Jardim Brasília, Engomadeira, Arraial do Retiro;
 - ZA 26 (parte): Cabula (parte), Narandiba, Saboeiro, Tancredo Neves;
 - ZA 27: Sussuarana, Mata Escura, Calabetão, São Gonçalo; e
 - ZA 43 (4%): Alphaville, CAB, Costa Verde, Jd. Vila Verde, Mussurunga (parte), Narandiba (parte), Orlando Gomes, Paralela, Patamares, Pq. São Cristovão, São Cristovão, Trobogi.

A partir desta configuração, o reservatório elevado abastecerá toda a ZA 27, parte da ZA 23, ZA 25 e ZA 26 e 4% da ZA 43 predominantemente abastecida pelo Setor R20 e o reservatório apoiado abrangerá toda ZA 24 e parte da ZA 23, ZA 25 e ZA 26. As vazões distribuídas por reservatório e os percentuais podem ser observados no **Quadro 1.158** abaixo.

Quadro 1.158 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R7

RESERVATÓRIO	Q (L/s)	PERCENTUAL (%)
R7 apoiado	1.460,77	49%
R7 Torre	1.492,37	51%
TOTAL	2.953,14	-

A zona ZA 23, predominantemente alta, se desenvolve em paralelo à zona ZA 24, totalmente baixa considerando a cota altimétrica de 60,00 m. A fração baixa da ZA 23 passou a ser abastecida pela ZA 24. Na simulação (ver **Mapa 1.05**), isso ocorreu ao transferir a vazão dos nós de cotas baixas da ZA 23 aos nós próximos da ZA 24. Assim, os trechos da ZA 23 que anteriormente abasteciam a parte baixa da zona serão desativados e as pressões elevadas, que a simulação apontou para estes nós, devem ser desconsideradas.

A ZA 27 localiza-se totalmente na zona alta do setor. A ZA 25 e ZA 26 foram seccionadas de forma que uma parte é abastecida pelo reservatório apoiado e outra pelo elevado.

Para regular as pressões da ZA 24 foi inserida uma válvula redutora de pressão. Não são observadas pressões inferiores a 10 m.c.a. no setor, com exceção apenas de pressões em nós próximos ao reservatório, em cota elevadas. São observados alguns nós com pressões dinâmicas e estáticas superiores a 50 m.c.a. A maior parte desses nós estão locados na linha tronco da zona alta, nos trechos em que a tubulação atravessa a zona baixa para chegar na área de atendimento. São apenas nós de estudo, não distribuem água e não representam uma ameaça ao bom funcionamento da rede uma vez que o material da tubulação nesses trechos é o ferro fundido.

Para garantir o bom funcionamento da rede foi necessário, além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, em que buscou-se melhorar o abastecimento do Sistema sem modificar as setorizações atuais, novos reforços, que totalizam 8.999,00 m, com os diâmetros propostos no **Quadro 1.159** apresentado a seguir.

Quadro 1.159 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R7

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)				CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	REFORÇO AJUSTADO DO DIAGNÓSTICO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	0,00	879,00	0,00	879,00	271,18	238.367,22
250	PVC DEFºFº	535,00	0,00	0,00	535,00	339,47	181.616,45
300	PVC DEFºFº	460,00	430,00	367,00	1.257,00	415,66	522.484,62
350	FºFº	616,00	0,00	0,00	616,00	576,56	355.160,96
400	FºFº	1.270,00	0,00	0,00	1.270,00	642,93	816.521,10
500	FºFº	752,00	0,00	0,00	752,00	940,03	706.902,56
700	FºFº	0,00	100,00	500,00	600,00	1.583,52	950.112,00
800	FºFº	282,00	0,00	0,00	282,00	1.942,86	547.886,52
900	FºFº	0,00	2.518,00	290,00	2.808,00	2.180,90	6.123.967,20
TOTAL	-	3.915,00	3.927,00	1.157,00	8.999,00	-	10.443.018,63

1.4.3.3 Setor R25

O Centro de Reserva desse setor situado no bairro de São Caetano, nas proximidades da BR-324, conta atualmente com um reservatório apoiado de 8.700 m³, um reservatório elevado e uma Estação Elevatória Setorial. O reservatório apoiado e a estação elevatória estão desativados, sendo o abastecimento realizado pelo reservatório elevado.

A alimentação direta do reservatório elevado R25T deixará de operar e, no seu lugar, a alimentação dar-se-á através da reserva apoiada (R25 com volume de 8.700 m³), que se encontra desativada. Para suprimento do R25T deverá ser reativada também a correspondente elevatória setorial (EEAT)

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que há um pequeno déficit fazendo com que a reserva existente do Setor R25 não atinja o limite mínimo requerido de 1/4 (25%) do VMD. A EMBASA dispõe de projeto de ampliação da capacidade do Setor R25 em mais 9.700 m³. Porém verificou-se, na fase de diagnóstico do presente Plano, que apenas o volume de (3.000 m³) já seria suficiente para atender à reserva com limites de 1/4 (25%) a 1/3 (33%) do VMD.

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R25 abasteça integralmente a ZA 22, antes abastecida parcialmente pela Adutora Principal. Nesta configuração aqui proposta, o Setor será

dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado com N.A. médio na cota 108,30 m, e uma baixa, abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 83,00 m.

Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.160**.

Quadro 1.160 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R25

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE	COTA (m)			ALTURA
		REGIONAL	FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R25	Goméia	UML (Cabula)	79,00	87,00	83,00	8,00
R25T	Goméia	UML (Cabula)	105,50	111,10	108,30	5,60

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.06** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R25 atenda a ZA 22 (bairros de São Caetano, Boa Vista de São Caetano, Fazenda Grande e Capelinha):

- Por meio do Reservatório Apoiado: porção periférica da zona, exceto parte de Boa Vista e região sudoeste da zona.
- Por meio do Reservatório Elevado: porção central da zona e parte de Boa Vista e região sudoeste da zona.

Propõe-se a elevação da cota limite (apresentada na fase de diagnóstico em 50,00 m) para 60,00 m no intuito de reduzir a área a ser abastecida pelo reservatório elevado. Será necessário realizar as seguintes modificações:

- seccionamento de algumas tubulações separando as zonas, antes 100% alta, em parte alta e baixa;
- implantação de dois trechos novos (44/45 e 42/43) para atender a parte baixa.

Uma parcela que corresponde a Zona Baixa permanecerá sendo abastecida pelo reservatório elevado e uma VRP foi proposta na entrada desta área. Para que esta porção da Zona Baixa do Setor R25 fosse abastecida pelo reservatório apoiado seria necessária a construção de uma linha tronco DN 400 com aproximadamente 2.500 m, bastante onerosa.

A maioria das linhas tronco do Setor R25, com diâmetro superior a 200 mm, não se estendem até áreas de cotas baixas do setor. Esta situação oculta possíveis ocorrências de sobrepressões nas redes secundárias. Para solucionar este problema, foram previstas VRPs nas extremidades das linhas tronco que derivam para a parte baixa do setor. Uma parcela do consumo base dos nós da zona alta, periféricos às zonas baixas, foi transferida para extremidade das novas linhas tronco que abastecem a zona baixa.

As vazões distribuídas por reservatório e os respectivos percentuais podem ser observados no **Quadro 1.161**.

Quadro 1.161 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R25

RESERVATÓRIO	(L/s)	PERCENTUAL (%)
R25 Apoiado	580,54	85%
R25 Torre	104,52	15%
TOTAL	685,06	100%

Observa-se no relatório da simulação do Epanet (ver **Mapa 1.06**) um nó, em cota elevada, com pressão inferior a 10 m.c.a.. Esse nó não realiza distribuição de água e é apenas ponto de estudo da linha tronco, sem implicar no mau funcionamento da rede.

Para regular as pressões do setor R25 foram inseridas três VRPs a montante de áreas baixas que não tiveram seu abastecimento viabilizado através de reservatório apoiado. São observados apenas dois nós com pressão superior a 50 m.c.a., no entanto, sem ultrapassar os parâmetros estabelecidos neste relatório. Um deles pertence à linha tronco de ferro fundido, resistentes a alta pressão, e não representa ponto de consumo. Os nós imediatamente a montante das VRPs assumem o valor do nó de jusante da válvula caso esta não estivesse em operação e, portanto, seu valor deve ser desconsiderado.

Além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, em que se buscou melhorar o abastecimento do Sistema sem modificar as setorizações atuais, para garantir o bom funcionamento da rede foram necessários novos trechos e reforços, que totalizam 3.493,24 m, com os diâmetros propostos apresentados no **Quadro 1.162** abaixo.

Quadro 1.162 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R25

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	528,00	0,00	528,00	271,18	143.183,04
250	PVC DEFºFº	181,00	0,00	181,00	339,47	61.444,07
300	PVC DEFºFº	482,00	1.428,24	1.910,24	415,66	794.010,36
350	FºFº	780,00	0,00	780,00	576,56	449.716,80
400	FºFº	94,00	0,00	94,00	642,93	60.435,42
TOTAL	-	2.065,00	1.428,24	3.493,24	-	1.508.789,69

1.4.4 Verificação Hidráulica das Linhas Tronco dos Setores da UMF

1.4.4.1 Setor R3

O Centro de Reserva desse setor, situado no bairro de Caixa D'Água, conta atualmente com uma Reservatório Apoiado de 10.000 m³, um Reservatório Elevado de 700 m³ e uma Estação Elevatória setorial.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que os volumes disponíveis nos reservatórios existentes (10.000 m³ na câmara apoiada e mais 700 m³ no reservatório elevado) estão adequados, e somente haveria necessidade de reforço de outra câmara de 10.000 m³ (por questões de simetria) já no final do plano (ano 2040), quando a reserva atual corresponderá a 24,4% do VMD (Volume Máximo Diário), não obstante uma câmara de apenas 2.800 m³ já se mostre suficiente. Esta decisão ficará a cargo da EMBASA.

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R3 continue abastecendo as zonas ZA 04, ZA 06, ZA 07 e ZA 11, além da ZA 12, antes abastecida diretamente pela subadutora R7-R15. Nesta configuração aqui proposta, o Setor será dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado com N.A. médio na cota 96,80 m, e uma baixa, abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 72,50 m. A cota limite da área de abrangência dos reservatórios é 50,00 m. Os níveis de água operacionais da reserva deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.163**.

Quadro 1.163 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R3

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R3	Caixa D'Água	UMF (Federação)	71,00	74,00	72,50	3,00
R3T	Caixa D'Água	UMF (Federação)	94,10	99,50	96,80	5,40

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.07** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R3 atenda:

- Por meio do Reservatório Apoiado:
 - ZA 04: Comércio e Água de Meninos;
 - ZA 11: Baixa de Quintas, Estrada da Rainha, Dois Leões, Sete Portas, Santo Agostinho (parte), Baixa dos Sapateiros e Djalma Dutra; e
 - ZA 12: Cidade Nova, Pau Miúdo (parte), Av. Barros Reis, Caixa D'Água (parte).
- Por meio do Reservatório Elevado:
 - ZA 06: Nazaré (parte), Barbalho, Lot. Joana D'Arc, Saúde e Macaúbas; e
 - ZA 07: Liberdade (parte), Pau Miúdo (parte), Caixa D'Água (parte), Lapinha e Santo Antônio (parte).

A partir desta configuração, o reservatório elevado abastecerá a ZA 06 e ZA 07, e ao reservatório apoiado caberá o suprimento da ZA 04, ZA 11 e ZA 12. As vazões distribuídas por reservatório e seus respectivos percentuais podem ser observados no **Quadro 1.164** abaixo.

Quadro 1.164 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R3

RESERVATÓRIO	(L/s)	PERCENTUAL (%)
R3 Apoiado	316,73	36%
R3 Torre	569,36	64%
TOTAL	886,09	-

Na simulação apresentada no relatório (ver **Mapa 1.07**) são observados nós próximos ao reservatório, em cotas elevadas, com pressões inferiores a 10 m.c.a. Esses nós não têm a função de distribuição de água, sendo apenas pontos de estudo da linha tronco. Logo, essas pressões baixas não implicam no mau funcionamento da rede.

São observados alguns nós com pressões dinâmicas e estáticas superiores a 50 m.c.a. A maior parte desses nós está locada na linha tronco da zona alta, nos trechos em que a tubulação atravessa a zona baixa para chegar à área de atendimento. Tratam-se, também, de nós de estudo e não distribuem água. Outros nós com pressão elevada são aqueles a montante das válvulas redutoras de pressão.

O registro reduzido existente, responsável por regular as pressões da ZA 04, foi retirado e a jusante, a fim de possibilitar melhor controle de pressões dinâmicas e estáticas, foi inserida uma VRP. Foi inserida também uma nova válvula redutora de pressão na ZA 11.

Para garantir o bom funcionamento da rede com a nova setorização, foram necessários reforços que totalizam 1.778,08 m, com os diâmetros apresentados no **Quadro 1.165** abaixo.

Quadro 1.165 - Diâmetros e extensões das tubulações de reforço para o Setor R3

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)		CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	179,00	179,00	271,18	48.541,22
300	PVC DEFºFº	1.599,08	1.599,08	415,66	664.673,59
TOTAL	-	1.778,08	1.778,08	-	713.214,81

1.4.4.2 Setor R4

O Centro de Reserva desse setor, situado em Pitangueiras, conta atualmente com um Reservatório Apoiado de 21.000 m³ e um Reservatório Elevado de 750 m³ que passarão por serviços de recuperação civil / hidráulica / estrutural. A Estação Elevatória setorial deverá ser reativada e passar por melhorias.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que não é necessária a implantação de novos reservatórios. O Centro de Reserva R4 deve ser urgentemente recuperado em todo o seu conjunto

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R4 continue abastecendo as zonas ZA 08, ZA 09 e ZA 10, e deixe de abastecer as zonas ZA 12 e ZA 13 que serão abastecidas por outros setores. Nesta configuração aqui proposta, o Setor será dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado com N.A. médio na cota 81,80 m, e uma baixa abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 64,55 m.

Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.166**.

Quadro 1.166 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R4

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R4	Pitangueiras	UMF (Federação)	62,80	66,30	64,55	3,50
R4T	Pitangueiras	UMF (Federação)	79,80	83,80	81,80	4,00

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.08** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R4 atenda:

- Por meio do Reservatório Apoiado:
 - ZA 08 (parte): Brotas, Engenho Velho de Brotas (parte), Bonocô, Acupe, Ogunjá, Jardim Caiçara, Alto do Saldanha e Boa Vista de Brotas; e
 - ZA 09 (parte): Cosme de Farias, Loteamento Santa Tereza.
- Por meio do Reservatório Elevado:
 - ZA 08 (parte): Brotas, Engenho Velho de Brotas (parte), Bonocô, Acupe, Ogunjá, Jardim Caiçara, Alto do Saldanha e Boa Vista de Brotas;
 - ZA 09 (parte): Cosme de Farias, Loteamento Santa Tereza; e
 - ZA 10: Matatu, Vila Laura, Luiz Anselmo, Santo Agostinho (parte), Galés, Bandeirantes.

A partir desta configuração, o reservatório elevado abastecerá toda a ZA 10 e parte da ZA 08 e ZA 09, e ao reservatório apoiado caberá o suprimento de parte da ZA 08 e ZA 09. A cota limite da área de abrangência

dos reservatórios é 45,00 m. As vazões distribuídas por cada reservatório e os percentuais podem ser observados no **Quadro 1.167** abaixo.

Quadro 1.167 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R4

RESERVATÓRIO	Q (L/s)	PERCENTUAL (%)
R4 Apoiado	194,98	26%
R4 Torre	548,89	74%
TOTAL	743,87	-

Observa-se que essas tubulações já existem em virtude de, antigamente, as zonas ZA 08 e ZA 09 já terem sido abastecidas pelo R4. No entanto, a integridade e condições de operação desses trechos devem ser verificados devido o longo tempo que os mesmos encontram-se fora de operação.

A simulação apresentou bom funcionamento hidráulico, com pressões dinâmicas e estáticas mantidas entre 10 e 50 m.c.a. na maior parte das zonas. Há apenas três nós com pressões entre 50 e 60 m.c.a. É necessária a instalação de uma válvula redutora de pressão (VRP) em um trecho da ZA 08 abastecida pelo reservatório elevado. Essa VRP irá controlar a vazão de uma pequena parte da ZA, distante do centro de reservação e das áreas abastecidas pelo reservatório apoiado, de forma que não é viável o desenvolvimento de uma linha tronco incorporada à zona baixa do setor.

Para ocorrer a divisão do setor em Zona Baixa e Zona Alta, será necessário isolar parte da ZA 08 e ZA 09 e projetar uma nova linha tronco a partir do reservatório baixo para atendimento da parte baixa destas zonas.

As tubulações novas para este setor dizem respeito apenas as linhas troncos projetadas para abastecimento das zonas baixa e alta pelos respectivos reservatórios. A extensão e diâmetro dessas linhas, que somam 858,40 m, estão expostos no **Quadro 1.168** abaixo. Não é necessário reforço da rede.

Quadro 1.168 - Diâmetros e extensões das tubulações propostas para o Setor R4

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)		CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
300	PVC DEFºFº	10,00	10,00	415,66	4.156,60
400	FºFº	463,40	463,40	642,93	297.933,76
500	FºFº	320,00	320,00	940,03	300.809,60
800	FºFº	65,00	65,00	1.942,86	126.285,90
TOTAL	-	858,40	858,40	-	729.185,86

1.4.4.3 Setor R5 e R15

Os reservatórios existentes dos centros de reservação R5 e R15 trabalham de forma integrada para suprimento dos seus respectivos setores e por essa razão foram modelados e avaliados de forma conjunta. A parte baixa da ZA 03 (abastecida predominantemente pelo Setor R5) é atendida pela reservação apoiada do Setor R15, e as áreas do Morro do Gato e Morro do Gavaza, ambos situados no bairro da Barra e pertencentes ao Setor R15 (parte alta), são atendidas pela reservação elevada do Setor R5 (torre).

O Centro de Reservação do Setor R5, situado no bairro de Garcia, conta com duas câmaras circulares que totalizam a capacidade de 3.000 m³ e desempenham a função de poço de sucção, um Reservatório Elevado de 500 m³ e uma Estação Elevatória setorial.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram um déficit de 2.650 m³ na reservação do Setor R5. Contudo, inexistiu espaço para ampliação física da reservação do Setor. A alternativa que se mostrou factível, e que já foi adotada pela EMBASA, é a de compartilhar uma parcela da reservação existente do Setor R15 com o Setor R5, mediante interligação existente da Zona Alta ZA 02 (R15) para a Zona Alta ZA 03 (R5).

O Centro de Reservação do Setor R15, localizado no Morro da Favela, no bairro da Federação, conta atualmente com dois Reservatórios Apoiados com capacidade de 21.500 m³, um Reservatório Elevado de 1.000 m³ e uma Estação Elevatória setorial.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que não há déficit de reservação no Setor R15 mesmo considerando que este reforçará a reservação da Zona Alta do Setor R5.

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R5 continue abastecendo a zona ZA 03 e o Setor R15 abasteça as zonas ZA 01, ZA 02, ZA 03 e ZA 05. O Setor R5 possui apenas uma zona de pressão e o Setor R15 será dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado com N.A. médio na cota 94,00 m, e uma baixa, abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 64,50 m. A cota limite da área de abrangência dos reservatórios do Setor R15 é 30,00 m. Os níveis de água operacionais da reservação destes setores podem ser vistos no **Quadro 1.169**.

Quadro 1.169 - Níveis Operacionais da Reservação dos Setores R5 e R15

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA ÚTIL (m)
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	
R5	Garcia	UMF (Federação)	60,90	65,90	63,40	5,00
R5T	Garcia	UMF (Federação)	92,20	96,20	94,20	4,00
R15	Federação	UMF (Federação)	60,00	69,00	64,50	9,00
R15T	Federação	UMF (Federação)	90,00	98,00	94,00	8,00

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.09** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R5 atenda a ZA 03 que abrange os bairros Garcia (parte), Tororó, Nazaré (parte), Centro, Centro Histórico e Barris e as áreas do Morro do Gato e Morro do Gavaza, ambos situados no bairro da Barra e pertencentes ao Setor R15. A parte da ZA 03 será atendida pela reservação apoiada do Setor R15. O atendimento ao Setor R15 deverá ocorrer da seguinte forma (exceto as áreas do Morro do Gato e Morro do Gavaza, ambos situados no bairro da Barra que serão atendidos pela reservação elevada do Setor R5/torre):

— Por meio do Reservatório Apoiado:

- ZA 01: Barra (parte), Calabar (parte), Centenário, Chame-Chame, Paciência, Av. Garibaldi e Ondina;
- ZA 02 (parte): Federação, Rio Vermelho (parte), Jardim Apipema, Graça, Vitória, Canela, Eng. Velho Federação, Eng. Velho Brotas (parte) e Garcia (parte).
- ZA 05: Av. Vasco da Gama, Dique do Tororó, Tororó (parte) e Lapa (parte);
- ZA 03: Pequena parcela da zona baixa da ZA 03, correspondendo a 5,9% do seu total.

— Por meio do Reservatório Elevado:

- ZA 02 (parte): Federação, Rio Vermelho (parte), Jardim Apipema, Graça, Vitória, Canela, Eng. Velho Federação, Eng. Velho Brotas (parte) e Garcia (parte).

As vazões distribuídas por reservatório e os percentuais podem ser observados no **Quadro 1.170** abaixo.

Quadro 1.170 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R15

RESERVATÓRIO	Q (L/s)	PERCENTUAL (%)
R15 Apoiado	685,22	42%
R15 Torre	501,63	31%
R5 Torre	431,03	27%
TOTAL	1.617,88	-

A simulação hidráulica dos setores (ver **Mapa 1.09**) apresentou bons resultados com as melhorias propostas. Não são observadas pressões inferiores a 10 m.c.a., com exceção apenas de pressões em nós de válvulas redutoras de pressão configuradas propositadamente desta forma. Apenas quatro nós apresentaram pressão estática superior a 50 m.c.a. e inferior a 60 m.c.a.

Para controle de pressões dinâmicas e/ou estáticas são propostas três válvulas redutoras de pressão para áreas abastecidas pelo reservatório apoiado do setor R15.

A cota do reservatório apoiado R15 permite que parte da zona ZA 02 seja abastecida pelo mesmo. Dessa forma, um trecho das zonas do setor passou a ser interligada ao R15 apoiado através de um nova linha tronco dedicada.

Não foram necessários reforços na rede além dos já apresentados na fase de diagnóstico, em que se buscou melhorar o abastecimento do Sistema sem modificar as setorizações atuais. Os trechos novos propostos dizem respeito apenas as novas linhas tronco propostas para viabilizar a nova setorização. As novas linhas tronco totalizam 932,00 m, que somados aos reforços previstos no diagnóstico totalizam 3.025,00 m, com os diâmetros apresentados no **Quadro 1.171** abaixo.

Quadro 1.171 - Diâmetros e extensões das tubulações propostas para o Setor R5 e Setor R15

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	564,00	432,00	996,00	271,18	270.095,28
300	PVC DEFºFº	946,00	0,00	946,00	415,66	393.214,36
400	FºFº	383,00	500,00	883,00	642,93	567.707,19
600	FºFº	200,00	0,00	200,00	1.175,93	235.186,00
TOTAL	-	2.093,00	932,00	3.025,00	-	1.466.202,83

1.4.4.4 Setor R19

O Centro de Reserva desse setor, situado no bairro Campinas de Brotas, conta atualmente com um Reservatório Apoiado de 8.700 m³. Existe projeto da EMBASA para ampliação da reserva atual com mais 02 câmaras de 8.700 m³ cada. Além destas, está prevista a implantação de uma Estação Elevatória setorial e uma reservação elevada de 500 m³ (para atendimento da zona alta). As avaliações realizadas demonstram ser suficiente à implantação de apenas 01 câmara de 2.900 m³ e o elevado de 500 m³ além da Estação Elevatória para atender à reservação com limites de 1/4 (25%) a 1/3 (33%) do VMD.

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R19 continue abastecendo a zonas ZA 14, além da ZA 13, que será desmembrada do Setor R4. Nesta configuração aqui proposta, o Setor será dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado a ser

construído, e uma baixa, abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 63,00 m. A cota limite da área de abrangência dos reservatórios é 40 m. O nível de água operacional da reservação deste setor pode ser visto no **Quadro 1.172** abaixo.

Quadro 1.172 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R19

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R19	Campinas de Brotas	UMF (Federação)	59,00	67,00	63,00	8,00

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.10** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R19 atenda:

- Por meio do Reservatório Apoiado:
 - ZA 14: Amaralina, Avenida Antônio Carlos Magalhães e adjacências (parte), Brotas (parte da Zona Baixa), Chapada do Rio Vermelho, Comunidade da Polêmica (parte), Candeal, Cidade Jardim, Horto Florestal, Nordeste de Amaralina, Parque Cruz Aguiar, Rio Vermelho (parte), Santa Cruz e Vale das Pedrinhas.
- Por meio do Reservatório Elevado:
 - ZA 13: Campinas de Brotas.

Na ZA 14 não há nós com cotas acima de 40 m. Logo o reservatório elevado proposto atenderá apenas, e totalmente, a ZA 13 e ao reservatório apoiado caberá o suprimento da ZA 14. As vazões distribuídas por reservatório e os respectivos percentuais podem ser observados no **Quadro 1.173**.

Quadro 1.173 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R14

RESERVATÓRIO	DMD (L/s)	PERCENTUAL (%)
R19 Apoiado	698,64	92%
R19 Torre	58,09	8%
TOTAL	756,73	-

Para garantir a pressão mínima de 10 m.c.a. no nó mais alto da zona ZA 13 sugere-se a implantação do reservatório elevado com fuste de 16 m. A simulação considerou o nível de água mínimo de 76,00 m para o reservatório elevado proposto (59,00 m de cota do terreno, 16,00 m de fuste e 1,00 m de nível mínimo de água).

Para regular as pressões na ZA 14 foram inseridas três válvulas redutoras de pressão e um trecho foi seccionado para possibilitar melhor controle de pressões com as válvulas propostas. Não são observadas pressões inferiores a 10 m.c.a. no setor, com exceção apenas da pressão em um nó próximo ao reservatório, em cota elevada. São observados alguns nós com pressões dinâmicas e estáticas superiores a 50 m.c.a. e inferiores a 60 m.c.a.

Para garantir o bom funcionamento da rede foram necessários, além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, em que se buscou melhorar o abastecimento do Sistema sem modificar as setorizações atuais, novos reforços, que totalizam 2.470,23 m, com os diâmetros propostos apresentados no **Quadro 1.174**.

Quadro 1.174 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R19

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	490,70	0,00	490,70	271,18	133.068,03
500	FºFº	955,45	1.024,08	1.979,53	940,03	1.860.817,59
TOTAL	-	1.446,15	1.024,08	2.470,23	-	1.993.885,61

1.4.5 Verificação Hidráulica das Linhas Tronco dos Setores da UMJ

1.4.5.1 Setor R10

O Centro de Reservação desse setor, situado no bairro de Ilha Amarela, conta atualmente com um Reservatório Apoiado de 8.700 m³, um Reservatório Elevado de 700 m³ e uma Estação Elevatória setorial.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que é suficiente a implantação de um volume mínimo de 700 m³ (por exemplo: um outro reservatório elevado de mesmo fuste que o existente), para atender à reservação com limites de 1/4 (25%) a 1/3 (33%) do VMD. Caso não venha a sofrer ampliação, irá conviver, ao longo de todo o horizonte de projeto, com um pequeno déficit (cerca de 1,3%) em relação ao limite inferior de 1/4 (25%) do VMD. Por questões de simetria, a critério da EMBASA, poderá se optar por uma outra câmara de 8.700 m³.

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R10 abasteça a zona ZA 69. Nesta configuração aqui proposta, o Setor será dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado com N.A. médio na cota 115,00 m, e uma baixa, abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 101,00 m. A cota limite da área de abrangência dos reservatórios é 75 m. Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.175** a seguir.

Quadro 1.175 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R10

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA ÚTIL (m)
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	
R10	Ilha Amarela	UMJ (Pirajá)	97,00	105,00	101,00	8,00
R10T	Ilha Amarela	UMJ (Pirajá)	111,50	118,50	115,00	7,00

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.11** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R10 atenda a ZA 69 que abrange as localidades de Ilha Amarela, Alto do Manoel Monte (Plataforma), Alto do Luso, Conj. Senhor do Bonfim, Lot. Planalto Real, Rio Sena, Conj. Mirante de Periperi, Conj. Colinas de Periperi, Alto da Santa Terezinha, Plataforma, Escada, Itacaranha, Praia Grande (parte) e Alto do Cruzeiro.

As vazões distribuídas por reservatório e os respectivos percentuais podem ser observados no **Quadro 1.176** apresentado a seguir.

Quadro 1.176 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R10

RESERVATÓRIO	DMD (L/s)	PERCENTUAL (%)
R10 apoiado	412,56	61%
R10 Torre	259,12	39%
TOTAL	671,68	-

Para regular as pressões do Setor foram inseridas seis válvulas redutoras de pressão (VRP). Não são observadas pressões inferiores a 10 m.c.a. no setor, com exceção apenas de pressões em nós próximos ao reservatório, em cotas elevadas, ou em nós a montante de VRP que, propositadamente, foram configurados dessa forma. São observados alguns nós, a montante de VRP, com pressões dinâmicas e estáticas superiores a 50 m.c.a., mas são apenas nós que auxiliam a modelagem com VRP, não tendo função de distribuição de água e, portanto, não representam uma ameaça ao bom funcionamento da rede.

Para garantir o bom funcionamento da rede, além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, em que se buscou melhorar o abastecimento do Sistema sem modificar as setorizações atuais, serão necessários novos reforços, que totalizam 2.651,10 m, com os diâmetros propostos no **Quadro 1.177**.

Quadro 1.177 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R10

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
250	PVC DEFºFº	0,00	476,00	476,00	339,47	161.587,72
300	PVC DEFºFº	0,00	541,90	541,90	415,66	225.246,15
350	FºFº	0,00	23,90	23,90	576,56	13.779,78
400	FºFº	0,00	624,80	624,80	642,93	401.702,66
500	FºFº	165,00	319,50	484,50	940,03	455.444,54
700	FºFº	0,00	500,00	500,00	1.583,52	791.760,00
TOTAL	-	165,00	2.486,10	2.651,10	-	2.049.520,86

1.4.5.2 Setor R14

O Centro de Reserva desse setor, situado no bairro de Águas Claras, em área vizinha à BR-324, conta atualmente com dois Reservatórios Apoiados de 8.700 m³, um Reservatório Elevado de 500 m³ e uma Estação Elevatória Setorial.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que é necessária a implantação imediata do volume de 17.400 m³, conforme previsto no projeto existente da EMBASA ($17.400 = 2 \times 8.700 \text{ m}^3$), para atender à reservação com limites de 1/4 (25%) a 1/3 (33%) do VMD.

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R14 continue abastecendo as zonas ZA 63, ZA 72 e ZA 73, além da ZA 62, antes abastecida diretamente pela Adutora Principal. Nesta configuração aqui proposta, o Setor será dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado com N.A. médio na cota 123,9 m, e uma baixa, abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 118,00 m.

Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.178** a seguir.

Quadro 1.178 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R14

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R14	Águas Claras	UMJ (Pirajá)	104,00	112,00	108,00	8,00
R14T	Águas Claras	UMJ (Pirajá)	119,00	128,80	123,90	9,80

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.12** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R14 atenda:

- Por meio do Reservatório Apoiado:
 - ZA 63: bairros São Marcos, Sete de Abril (parte), São Rafael, Canabrava (parte), Vale dos Lagos (parte), Jardim Nova Esperança, Nova Brasília e Trobogy (parte);
 - ZA 73: bairros Cajazeiras VIII, Cajazeiras X, Fazenda Grande I, II, III e IV, Boca da Mata, Jaguaripe I, Mussurunga (parte) e São Cristóvão (parte); e
 - ZA 62: Cajazeiras IV e V (parte).
- Por meio do Reservatório Elevado:
 - ZA 72: bairros Castelo Branco, Vila Canária, Porto Seco Pirajá, Granjas Rurais Presidente Vargas, Jardim Cajazeiras e Pau da Lima; e
 - ZA 62: Águas Claras, Cajazeiras II, III, VI, VII e XI, Cajazeiras IV e V (parte), Avelar e Fazenda Grande.

Propõe-se a elevação da cota limite (apresentada na fase de diagnóstico em 50 m) para 80 m no intuito de reduzir a área a ser abastecida pelo reservatório elevado. Será necessário realizar as seguintes modificações:

- seccionamento de algumas tubulações separando as zonas, antes 100% alta, em parte alta e baixa; e
- implantação de trechos novos (102 e 103 na ZA-62) para atender a parte baixa.

A partir desta configuração, o reservatório elevado abastecerá a ZA 72 e maior parte da ZA 62, e ao reservatório apoiado caberá o suprimento da ZA 63, ZA 73 e parte da ZA 62. As vazões distribuídas por reservatório e os respectivos percentuais podem ser observados no **Quadro 1.179** abaixo.

Quadro 1.179 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R14

RESERVATÓRIO	(L/s)	PERCENTUAL (%)
R14 Apoiado	1.293,36	59%
R14 Torre	893,57	41%
TOTAL	2.186,93	-

No relatório da simulação do Epanet, em nós próximos ao reservatório (cotas elevadas), são observadas pressões inferiores a 10 m.c.a. Esses nós não realizam distribuição de água e são apenas pontos de estudo da linha tronco, sem implicar no mau funcionamento da rede.

Para regular as pressões do setor R14 foram inseridas oito VRP. Observaram-se onze nós com pressões superiores a 50 m.c.a., no entanto sem ultrapassar os parâmetros estabelecidos neste relatório, sendo sete pertencentes à linhas tronco de ferro fundido e nenhum representando nó de consumo. Também foi constatado um nó com pressão acima de 60 m.c.a., mas pertencente às linhas tronco de ferro fundido, resistentes à alta pressão, e não representa consumo. Os nós imediatamente a montante das VRPs assumem o valor do nó de jusante da válvula, caso esta não estivesse em operação e, portanto, seu valor deve ser desconsiderado.

Um nó (C98), que fazia parte da zona baixa, passou a ser abastecido pelo reservatório elevado para possibilitar a utilização de VRP no intuito de regular as pressões elevadas.

Para garantir o bom funcionamento da rede foi necessário, além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, novos trechos e reforços, que totalizam 27.557,19 m, com os diâmetros propostos apresentados no **Quadro 1.180** abaixo.

Quadro 1.180 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R14

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)				CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	REFORÇO AJUSTADO DO DIAGNÓSTICO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	1.214,50	2.437,00	0,00	3.651,50	271,18	990.213,77
300	PVC DEFºFº	5.691,31	753,50	0,00	6.444,81	415,66	2.678.849,72
400	FºFº	6.968,90	412,20	726,90	8.108,00	642,93	5.212.876,44
500	FºFº	0,00	1.547,90	413,50	1.961,40	940,03	1.843.774,84
600	FºFº	5.971,48	0,00	0,00	5.971,48	1.175,93	7.022.042,48
700	FºFº	0,00	1.370,00	0,00	1.370,00	1.583,52	2.169.422,40
800	FºFº	50,00	0,00	0,00	50,00	1.942,86	97.143,00
TOTAL	-	19.896,19	6.520,60	1.140,40	27.557,19	-	20.014.322,65

1.4.5.3 Setor R17

O Centro de Reservação desse setor, situado no bairro de Pirajá, conta atualmente com um Reservatório Apoiado de 7.616 m³, um Reservatório Elevado de 600 m³ e uma Estação Elevatória setorial.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que os volumes disponíveis nos reservatórios existentes (7.616 m³ na câmara apoiada e mais 600 m³ no reservatório elevado) necessitam de reforço imediato de outra câmara apoiada de 7.616 m³ (aproveitamento do projeto existente da EMBASA), não obstante uma câmara de apenas 2.800 m³ já se mostre suficiente. Esta decisão ficará a cargo da EMBASA.

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R17 continue abastecendo as zonas ZA 60, ZA 61 e ZA 71, além da ZA 70, antes abastecida diretamente pela Adutora Principal ETA-R7. Nesta configuração aqui proposta, o Setor será dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado, com N.A. médio na cota 123,70 m, e uma baixa, abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 107,50 m. A cota limite da área de abrangência dos reservatórios é 80 m. Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.181** a seguir.

Quadro 1.181 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R17

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA ÚTIL (m)
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	
R17	Pirajá	UMJ (Pirajá)	104,00	111,00	107,50	7,00
R17T	Pirajá	UMJ (Pirajá)	119,00	128,40	123,70	9,40

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.13** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R17 atenda:

- Por meio do Reservatório Elevado:
 - ZA 61 (parte): Pirajá, Conj. Pirajá; Conj. Vista da Bahia, Cond. Portal de Pirajá, Cond. Alto de Pirajá; e
 - ZA 71 (parte): Marechal Rondon, Campinas de Pirajá, Loteamento Profilurb.
- Por meio do Reservatório Apoiado:
 - ZA 60: Lobato (parte), Bela Vista do Lobato, Alto da Boa Vista, Alto do Cabrito, Jardim Lobato (parte), Osório Vilas Boas e Conj. Parque Campinas;

- ZA 70: Rua dos Ferroviários, Jardim Lobato (parte), Conjunto Joanes Leste Centro Oeste (parte), Boiadeiro, São Bartolomeu, Lobato (parte), Baixa do Caranguejo, Suburbana (do São João ao Joanes);
- ZA 61 (parte): Pirajá, Conj. Pirajá; Conj. Vista da Bahia, Cond. Portal de Pirajá, Cond. Alto de Pirajá; e
- ZA 71 (parte): Marechal Rondon, Campinas de Pirajá, Loteamento Profilurb.

A partir desta configuração, o reservatório elevado abastecerá parte da ZA 61 e ZA 71, e ao reservatório apoiado caberá o suprimento da ZA 60 e ZA 70 e de parte da ZA 61 e ZA 71. As vazões distribuídas por reservatório e os respectivos percentuais podem ser observados no **Quadro 1.182** abaixo.

Quadro 1.182 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R17

RESERVATÓRIO	DMD (L/s)	PERCENTUAL (%)
R17 Apoiado	110,45	16%
R17 Torre	568,92	84%
TOTAL	679,37	-

As zonas ZA 61 e ZA 71, predominantemente altas, se desenvolvem em paralelo às linhas tronco das zonas baixas do setor. As frações baixas dessas zonas passarão a ser abastecidas pelas zonas ZA 60 e ZA 70, totalmente baixas. Na simulação, isso ocorreu ao transferir a vazão dos nós de cotas baixas da ZA 61 e da ZA 71 aos nós próximos da ZA 60 e ZA 70. Assim, os trechos da ZA 61 e ZA 71 que anteriormente abasteciam a parte baixa da zona serão desativados.

Para regular a pressão na zona baixa foi inserida uma válvula redutora de pressão na ZA 70 e as três válvulas existentes foram mantidas. Não se observa pressões inferiores a 10 m.c.a. no setor, com exceção de pressões em nós próximos ao reservatório, em cotas elevadas e nós de válvulas redutoras de pressão. São observados alguns nós com pressões dinâmicas e estáticas superiores a 50 m.c.a. A maior parte desses nós estão locados na linha tronco da zona alta, nos trechos em que a tubulação atravessa a zona baixa para chegar na área de atendimento. São apenas nós de estudo, não distribuem água e não representam uma ameaça ao bom funcionamento da rede uma vez que as tubulações nesses trechos são de F°F°. Há também nós com pressões elevadas nos trechos da ZA 61 e ZA 71 que anteriormente abasteciam a parte baixa da zona e serão desativados.

Além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, em que se buscou melhorar o abastecimento do Sistema sem modificar as setorizações atuais, foram necessários novos reforços que totalizam 4.340,00 m, com os diâmetros propostos apresentados no **Quadro 1.183** abaixo.

Quadro 1.183 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R17

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
150	PVC DEF°F°	524,00	0,00	524,00	199,61	104.595,64
400	F°F°	0,00	1.350,00	1.350,00	642,93	867.955,50
700	F°F°	0,00	2.466,00	2.466,00	1.583,52	3.904.960,32
TOTAL	-	524,00	3.816,00	4.340,00	-	4.877.511,46

1.4.5.4 Setor R18

O Centro de Reservação desse setor, situado no bairro de Valéria, conta atualmente com um Reservatório Apoiado de 8.700 m³, um Reservatório Elevado de 500 m³ e uma Estação Elevatória setorial.

Conforme comentado no relatório de diagnóstico, o Reservatório Elevado de 500 m³ seria alimentado pela Estação Elevatória com tomada de água no Reservatório Apoiado, que por sua vez é alimentado pela Adutora Principal. Entretanto, essa forma de operação depende da afluência de maior vazão no Reservatório Apoiado que somente será viabilizada por meio da ampliação da Adutora Principal. Em consequência, a Estação Elevatória e o Reservatório Elevado encontram-se desativados, tendo sido providenciado, em caráter provisório, o retorno à operação da antiga Linha Tronco a partir da ETA Suburbana, condição que permanece até o momento. Na nova setorização proposta, admite-se que esta situação estará equacionada, dispondo-se da Adutora Principal devidamente ampliada (**ver item 1.3.2**), com capacidade suficiente para atender ao Setor R18 de acordo com a concepção prevista quando da sua implantação.

Os estudos realizados no diagnóstico indicaram que é necessária a implantação imediata do volume de 17.400 m³ ($17.400 = 2 \times 8.700 \text{ m}^3$), para atender à reservação com limites de 1/4 (25%) a 1/3 (33%) do VMD.

A partir do diagnóstico realizado, a alternativa ora estudada prevê que o Setor R18 abasteça as zonas ZA 64, ZA 65, ZA 67, ZA 68, ZA 74, ZA 75, ZA 77, ZA 78, ZA 81 e ZA 83. Nesta configuração aqui proposta, o Setor será dividido em duas zonas de pressão, sendo uma alta, abastecida pelo reservatório elevado com N.A. médio na cota 130,45 m, e uma baixa, abastecida pelo reservatório apoiado com N.A. médio na cota 114,00 m. Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.184** a seguir.

Quadro 1.184 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R18

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R18	Valéria	UMJ (Pirajá)	110,00	118,00	114,00	8,00
R18T	Valéria	UMJ (Pirajá)	126,30	134,60	130,45	8,30

Fonte: EMBASA (MACM)

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.14** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o Setor R18 atenda:

- Por meio do Reservatório Apoiado:
 - ZA 67: Paripe (parte alta), Estrada da Base, São Tomé (parte alta), Bate Coração, Vila Naval, Conj. Ilha de São João, localidades de Felicidade e Gameleira;
 - ZA 68: Alto de Coutos, Conj. Vista Alegre, Nova Constituinte;
 - ZA 74: Paripe (parte baixa), São Tomé (parte baixa), Colina do Mar e Tubarão;
 - ZA 75: Periperi (parte), Praia Grande (parte) e Conjunto Dom Eugênio Sales; e
 - ZA 78: Fazenda Coutos 1 a 4.
- Por meio do Reservatório Elevado:
 - ZA 64: Conjunto Jardim Valéria 1 e 2, Conjunto Lagoa da Paixão, Conjunto Recanto da Lagoa, Conjunto Coutos 1 e Loteamento Nossa Senhora de Fátima;
 - ZA 65: Palestina, Alto do Bom Viver;
 - ZA 77: Conjunto Antônio Franco, Loteamento Tânia Duram, Conjunto Inema, Conjunto Maré, Conjunto Itaparica, Loteamento da Matriz e Valéria;

- ZA 81: CIA Indústria; e
- ZA 83: Santo Antonio Rio das Pedras.

Propõe-se a elevação da cota limite (apresentada na fase de diagnóstico em 70,00 m) para 80,00 m no intuito de reduzir a área a ser abastecida pelo reservatório elevado.

A partir desta configuração, o reservatório apoiado abastecerá as zonas ZA 67, ZA 68, ZA 74, ZA 75 e ZA 78 e ao reservatório elevado caberá o suprimento das zonas ZA 64, ZA 65, ZA 77, ZA 81 e ZA 83. As vazões distribuídas por reservatório e os respectivos percentuais podem ser observados no **Quadro 1.185** abaixo.

Quadro 1.185 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R18

RESERVATÓRIO	DMD (L/s)	PERCENTUAL (%)
R18 apoiado	836,71	56%
R18 Torre	645,45	44%
TOTAL	1.482,16	-

Existem 12 válvulas redutoras de pressão nas zonas abrangidas por esse setor, sendo que duas delas foram removidas, uma foi reposicionada para jusante do trecho, e 9 foram mantidas sendo necessário configura-las para a nova conformação da rede. Além destas foram projetadas 10 novas válvulas para regular pressões dinâmicas e estáticas. A necessidade de grande número de válvulas ocorre devido ao perfil do terreno do setor que abrange áreas com cotas baixas.

Observam-se pressões superiores a 50 m.c.a. em nós a montante das válvulas redutoras de pressão e em trechos isolados. As pressões baixas ocorrem em locais sem abastecimento e não tem significado na avaliação da rede.

Além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, em que se buscou melhorar o abastecimento do Sistema sem modificar as setorizações atuais, foram necessários novos reforços que totalizam 5.943,00 m, com os diâmetros propostos apresentados no **Quadro 1.186** abaixo.

Quadro 1.186 - Resumo ampliação das tubulações do Setor R18

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	1.102,00	0	1.102,00	271,18	298.840,36
250	PVC DEFºFº	1.039,00	393	1.432,00	339,47	486.121,04
300	PVC DEFºFº	1.623,00	0	1.623,00	415,66	674.616,18
400	FºFº	1.451,00	0	1.451,00	642,93	932.891,43
500	FºFº	305	10	315,00	940,03	296.109,45
600	FºFº	0	10	10,00	1.175,93	11.759,30
800	FºFº	0	10	10,00	1.942,86	19.428,60
TOTAL	-	5.520,00	423,00	5.943,00	-	2.719.766,36

1.4.5.5 Setor R21

O Setor R21 está localizado nas proximidades da BA-093, a cerca de 1.700 m do seu entroncamento com a BR-324, nas imediações da Sibra. Atualmente o reservatório deste setor apresenta concepção diferenciada dos padrões usuais da EMBASA, contando com dois compartimentos incorporados em uma mesma estrutura cilíndrica, sendo um apoiado com capacidade de 7.200 m³ e outro elevado com capacidade de 1.480 m³.

A alimentação é feita por derivação da Adutora Principal, com acesso da água pelo compartimento elevado destinado ao abastecimento da Zona Alta, com pequena expressão territorial decorrente da sua altura reduzida acima da cota do terreno local. Em condições normais de funcionamento, o compartimento elevado mantém-se cheio, determinando o extravasamento da água para o compartimento inferior (câmara apoiada de atendimento da Zona Baixa).

Atualmente a área de influência do R21 é mais restrita do que previa o PDAA 98, abrangendo apenas parte da Sede Municipal e localidades próximas pertencentes às Zonas de Abastecimento ZA 80 e ZA 85 da Unidade Regional de Pirajá.

Para este setor serão apresentadas duas alternativas:

- **Alternativa 1:** considera a configuração prevista para o Setor R21 conforme contemplada no PDAA 98, em que as zonas de abastecimento ZA 82 e ZA 84, antes abastecidas diretamente pela Adutora Principal, seriam incorporadas ao Centro de Reserva existente. Além disso, haveria a construção de reservatório elevado (R21T). Ou seja, haveria um único Centro de Reserva para atendimento pleno de todo o Setor R21.
- **Alternativa 2:** considera a manutenção da configuração atual para as áreas já atendidas pelo Centro de Reserva existente, e a implantação de um novo Centro de Reserva para atendimento exclusivo às zonas ZA 82 e ZA 84, com a construção de uma câmara apoiada, um reservatório elevado e Estação Elevatória setorial. Destarte, haveriam 02 centros de reserva: o atual (existente), que passaria a se chamar de R21A, e o novo a ser implantado, denominado de R21B.

- **Alternativa 1**

A partir do diagnóstico realizado, a **Alternativa 1** estudada prevê que o Setor R21 retome a sua configuração prevista no PDAA 98, abastecendo as zonas ZA 80, ZA 85, bem como a ZA 82 e ZA 84, antes abastecida diretamente pela Adutora Principal. A partir dessa configuração, os estudos realizados na fase de diagnóstico indicaram que o reservatório existente tem capacidade suficiente para atender o limite mínimo requerido de 1/4 (25%) do VMD.

Nesta configuração da **Alternativa 1**, o Setor será dividido em duas zonas de pressão (alta e baixa), separadas através da cota altimétrica 70,00 m. No que tange à zona alta situada acima da cota 70,00 m, com pressões operacionais satisfatórias, para que haja atendimento à sua área de influência foi proposto um reservatório com o N.A. Médio de 126,00 m sendo o fuste com 20,00 m e a altura útil do reservatório de 6,00 m. A zona baixa será atendida pela estrutura de reserva existente, considerado neste estudo como sendo um reservatório apoiado com N.A. médio na cota 107,00 m.

Os níveis de água operacionais da reserva deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.187** a seguir.

Quadro 1.187 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R21 proposto para a Alternativa 1

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R21	Simões Filho	UMJ (Pirajá)	103,00	111,00	107,00	8,00
R21T	Simões Filho	UMJ (Pirajá)	123,00	129,00	126,00	6,00

Fonte: EMBASA (MACM); GEOHIDRO, 2015.

A partir desta setorização sugerida (PDAA 98), propõe-se que o único Centro de Reservação **R21** atenda:

- Por meio do Reservatório Apoiado:
 - ZA 80: Simões Filho (parte), Góes Calmon;
 - ZA 85: Simões Filho (centro), Lot. Luis Eduardo, Lot. Engenho Novo, Lot. Cristo Rei, Jd. Renatão e Pau da Rola;
 - Zona Rural; e
 - ZA 82: (pequena parte) Porção Norte.
- Por meio do Reservatório Elevado:
 - ZA 82: Pitanguinhas, CIA-I, CIA-II, Via Universitária, Coroa da Lagoa; e
 - ZA 84: Mapele e Cotegipe.

A partir desta configuração, as vazões distribuídas por reservatório e seus respectivos percentuais podem ser observados no **Quadro 1.188** abaixo.

Quadro 1.188 - Vazões disponibilizadas pelos reservatórios do Setor R21 na Alternativa 1

RESERVATÓRIO	(L/s)	PERCENTUAL (%)
R21 Apoiado	239.82	41%
R21 Torre	345.98	59%
TOTAL	585.8	100%

Para regular as pressões do Setor **R21** foram propostas sete (07) VRP novas, além de duas existentes. Observou-se um nó com pressão superior a 50 m.c.a. e 10 nós com pressão acima de 60 m.c.a., mas todos pertencentes a linhas tronco de ferro fundido, resistentes à alta pressão, e sem representar pontos de consumo. Desta forma, os parâmetros relacionados às pressões, estabelecidos neste relatório, foram atendidos. Os nós imediatamente a montante das VRPs assumem o valor do nó de jusante da válvula, caso esta não esteja em operação, e, portanto, seu valor deve ser desconsiderado.

A longa distância do reservatório e as elevadas cotas na porção sul da ZA 82 exigiram grande número de ampliações com diâmetros grandes e perdas de carga muito baixas para manter a pressão acima de 10 m.c.a.

Além dos reforços já apresentados na fase de diagnóstico, em que se buscou melhorar o abastecimento do Sistema sem modificar as setorizações atuais, para garantir o bom funcionamento da rede foram necessários novos trechos e reforços, que totalizam 12.699,39 m, com os diâmetros propostos apresentados no **Quadro 1.189** abaixo.

Quadro 1.189 - Resumo da ampliação das tubulações do Setor **R21** (único) na concepção da **Alternativa 1**.

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)				CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	REFORÇO AJUSTADO DO DIAGNÓSTICO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEFºFº	611,6	508,5	0	1.120,10	271,18	303.748,72
250	PVC DEFºFº	1.242,00	0	0	1.242,00	339,47	421.621,74
300	PVC DEFºFº	896,5	733,7	0	1.630,20	415,66	677.608,93
400	FºFº	1.380,80	2.171,88	0	3.552,68	642,93	2.284.124,55
500	FºFº	1.521,60	29,11	100	1.650,71	940,03	1.551.716,92
600	FºFº	0	334,7	0	334,70	1.175,93	393.583,77
700	FºFº	0	3.169,00	0	3.169,00	1.583,52	5.018.174,88
TOTAL	-	5.652,50	6.946,89	100,00	12.699,39	-	10.650.579,51

Esta Alternativa 1, conforme será visto mais adiante, foi descartada, em face das vantagens técnicas e econômicas da Alternativa 2, a seguir apresentada. Por esta razão, no presente relatório não foi apresentado o mapa correspondente à Alternativa 1, sendo apresentado apenas o mapa da Alternativa 2.

• Alternativa 2

A partir do diagnóstico realizado, a **Alternativa 2** ora estudada prevê que o Setor **R21** seja abastecido através de 02 centros de reservação, denominados de R21A (corresponde ao R21 existente) e R21B (novo, a ser implantado).

CENTRO DE RESERVAÇÃO R21A

O centro de reservação R21A permanecerá com sua configuração atual, conforme **Mapa 1.15** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, abastecendo as zonas:

- ZA 80: Simões Filho (parte), Góes Calmon; e
- ZA 85: Simões Filho (centro), Lot. Luis Eduardo, Lot. Engenho Novo, Lot. Cristo Rei, Jd. Renatão e Pau da Rola.

A partir dessa configuração, os estudos realizados na fase de diagnóstico indicaram que o reservatório existente tem capacidade suficiente para atender o limite mínimo requerido de 1/4 (25%) do VMD.

Nesta configuração aqui proposta, o Setor R21A será considerado apenas como zona única de pressão devido à pequena diferença altimétrica entre o N.A. Máximo do reservatório elevado e N.A. Mínimo do reservatório apoiado, como apresentado no **Quadro 1.190**.

Quadro 1.190 - Nível Operacional da Reservação do **R21A** proposto

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R21A	Simões Filho	UMJ (Pirajá)	103,00	111,00	107,00	8,00

Fonte: EMBASA (MACM).

Para regular as pressões do setor foram previstas seis VRP. Foram observados 9 nós com pressão superior a 60 m.c.a. No entanto, todos pertencem a linhas tronco de ferro fundido e não representam pontos de

consumo. Os nós imediatamente a montante das VRP assumem o valor do nó de jusante da válvula caso esta não estivesse em operação, e assim seu valor deve ser desconsiderado.

As pressões mínimas foram atendidas sem necessidade de ampliar a linha tronco do setor com tubulações em paralelo.

CENTRO DE RESERVAÇÃO R21B

A partir de uma avaliação mais criteriosa na fase de concepções e alternativas deste relatório, mostrou-se pertinente a criação de um novo Setor de abastecimento para o SIAA de Salvador. Este setor deverá atender as zonas de abastecimento ZA 82 e ZA 84, antes abastecidas diretamente pela Adutora Principal.

Propõe-se que este novo Centro de Reserva seja construído adjacente ao CIA I, nas proximidades da BR-324.

O novo Centro de Reserva R21B deverá contar com uma câmara apoiada, um reservatório elevado e uma Estação Elevatória setorial. Será necessária a construção de um volume de reservação de 5.500 m³ (RAD 5.000 m³ + REL 500 m³) para atender a demanda do setor com limites de 1/4 (25%) a 1/3 (33%) do VMD, e mais a correspondente estação elevatória setorial.

A partir da nova setorização sugerida, conforme **Mapa 1.16** apresentado na **Parte 3/3** deste relatório, propõe-se que o novo Setor atenda:

- ZA 82: Pitanguihas, CIA-I, CIA-II, Via Universitária, Coroa da Lagoa; e
- ZA 84: Mapele e Cotegipe.

Nesta configuração aqui proposta, o Setor terá zona única de pressão, abastecida por reservatório elevado com o N.A. Médio de 122,00 m implantado na cota de terreno 100 m com fuste 20,00 m e a altura útil do reservatório de 4,00 m. O **Quadro 1.191** apresenta o nível operacional do reservatório elevado proposto.

Quadro 1.191 - Níveis Operacionais da Reservação do R21B proposto

CÓDIGO DO SETOR	LOCALIZAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	COTA (m)			ALTURA
			FUNDO	MÁXIMA	MÉDIO	ÚTIL (m)
R21B-T (novo)	Simões Filho	UMJ (Pirajá)	120,00	124,00	122,00	4,00

Para controle das pressões, foram propostas duas VRPs novas, além de duas já existentes. Observou-se apenas um nó com pressão acima de 50 m.c.a., mas sem ultrapassar os parâmetros estabelecidos neste relatório. Os nós imediatamente a montante das VRPs assumem o valor do nó de jusante da válvula caso esta não estivesse em operação, e, portanto, seu valor deve ser desconsiderado.

Essa alternativa reduziu consideravelmente o número de ampliações, tornando desnecessária a maioria dos possíveis reforços propostos na etapa de diagnóstico. Desta forma serão apresentadas apenas as ampliações necessárias para este setor. O **Quadro 1.192** apresenta os diâmetro e extensões das ampliações para o bom funcionamento do sistema.

Quadro 1.192 - Resumo da ampliação das tubulações do Setor R21B – Alternativa 2

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)			CUSTOS (R\$)	
		REFORÇO DIAGNÓSTICO	REFORÇO NOVA SETORIZAÇÃO	TOTAL (m)	UNITÁRIO (R\$/m)	TOTAL (R\$)
200	PVC DEF ^o F ^o	0	508,5	508,50	271,18	137.895,03
250	PVC DEF ^o F ^o	297	0	297,00	339,47	100.822,59
300	PVC DEF ^o F ^o	1.841,50	733,7	2.575,20	415,66	1.070.407,63
TOTAL	-	2.138,50	1.242,20	3.380,70	-	1.309.125,25

- **Confronto entre Alternativas 1 e 2**

Para eleger a alternativa a ser implantada foi avaliado o custo das intervenções particulares das Alternativas 1 e 2, conforme apresentado no **Quadro 1.193** e **Quadro 1.194**.

Quadro 1.193 - Custo Alternativa 1

ALTERNATIVA 1	
DESCRIÇÃO	VALOR PRESENTE (R\$)
Reservatórios (elevado)	1.140.827,00
Estações Elevatórias Setoriais	660.804,15
Linhas de Recalque das E.E.s Setoriais	36.260,31
Reforços da Rede Principal (Linhas-Tronco)	10.650.579,51
Reforços da Rede Secundária	2.824.179,70
Válvulas Redutoras de Pressão	468.000,00
Custo de investimento	15.780.650,67
Custo de Energia	2.009.507,44
TOTAL	17.790.158,11

Quadro 1.194 - Custo Alternativa 2

ALTERNATIVA 2	
DESCRIÇÃO	VALOR PRESENTE (R\$)
Reservatórios	3.355.777,00
Estações Elevatórias Setoriais	641.095,66
Linhas de Recalque das E.E.s Setoriais	36.260,31
Reforços da Rede Principal (Linhas-Tronco)	1.309.125,25
Reforços da Rede Secundária	751.823,85
Válvulas Redutoras de Pressão	638.000,00
Custo de investimento	6.732.082,07
Custo de Energia	1.924.863,51
TOTAL	8.656.945,58

Conforme apresentado nos quadros **Quadro 1.193** e **Quadro 1.194** acima se conclui que a **Alternativa 2** é economicamente mais vantajosa que a **Alternativa 1**, além de apresentar menor consumo de energia elétrica para sua operação.

1.4.6 Estimativas de Custos para as Intervenções e Ampliações nos Setores de Abastecimento

Os custos aqui apresentados foram estimados com base nos critérios referidos no APÊNDICE - CRITÉRIOS DE PROJETO, componente deste documento. Os valores apresentados estão em reais (R\$) com data base de preços referente a Julho/2014.

Para deságio de preços de valor corrente (V.C.) para valor presente (V.P.), foi utilizada uma taxa de juros de 12% a.a.

Também neste APÊNDICE supra referido constam os custos unitários (R\$/m) das tubulações de PVC, ferro fundido e aço, englobando o fornecimento das tubulações, assentamentos e montagens. No caso específico das tubulações de aço, foram considerados também os custos decorrente da proteção catódica.

Para os reservatórios, os custos foram determinados através de curvas orçamentárias destinadas tanto a reservatórios apoiados como reservatórios elevados.

Para as estações elevatórias setoriais e suas linhas de recalque, foram considerados percentuais estimativos das intervenções / ampliações em relação ao custo das mesmas unidades na condição 100% novas.

As extensões de tubulações de linhas-tronco e quantidade de válvulas redutoras de pressão (VRPs) foram determinadas a partir de simulações operacionais realizadas em modelagens no *software* EPANET. As redes secundárias não foram modeladas, mas foi desenvolvido critério para estimativa dos custos destas redes, inclusive das correspondentes ligações domiciliares.

Outros itens específicos são referidos e apresentados diretamente ao longo deste item.

1.4.6.1 Reservação

Quadro 1.195 - Estimativa de Custos dos Reservatórios

CENTRO DE RESERVAÇÃO	TIPO DO RESERVATÓRIO	VOLUME (m³)	Nº DE CÂMARAS	VALOR (R\$)	
	APOIADO/ELEVADO			UNITÁRIO	TOTAL
R1	Apoiado	20.000	1	11.510.732,00	11.510.732,00
R3	Apoiado	2.800	1	1.442.024,00	1.442.024,00
R6	Apoiado	8.700	2	4.362.465,00	8.724.930,00
R7	Apoiado	9.000	1	4.525.842,00	4.525.842,00
R10	Elevado	700	1	1.062.177,00	1.062.177,00
R14	Apoiado	8.700	2	4.362.465,00	8.724.930,00
R17	Apoiado	7.616	1	3.784.131,49	3.784.131,49
R18	Apoiado	8.700	2	4.362.465,00	8.724.930,00
R19	Apoiado	8.700	1	4.362.465,00	4.362.465,00
	Elevado	500	1	889.895,00	889.895,00
R20	Apoiado	21.500	1	12.613.217,00	12.613.217,00
R21B	Apoiado	5.000	1	2.465.882,00	2.465.882,00
	Elevado	500	1	889.895,00	889.895,00
R23A	Apoiado	8.700	1	4.362.465,00	4.362.465,00
R23B	Apoiado	8.700	2	4.362.465,00	8.724.930,00
	Elevado	500	1	889.895,00	889.895,00
R25	Apoiado	8.700	1	4.362.465,00	4.362.465,00
TOTAL (R\$) A VALOR PRESENTE (V.P.)					88.060.805,49

1.4.6.2 Estações Elevatórias Setoriais e Linhas de Recalque

Primeiramente foram avaliadas as tubulações existentes nos recalques, conforme quadro a seguir.

Quadro 1.196 - Avaliação das Tubulações Existentes das Linhas de Recalque

Setor	Coef. Máx. Horário K2 (-)	Vazão de Bombeamento(*) (L/s)	Tubulação Existente(**)		D Teórico (mm) para Vmáx. = 3m/s	Nova Tubulação Proposta	
			D int. (mm)	V (m/s)		D int. (mm)	V (m/s)
R3	1,50	284,68 (Linha 1)	600,0	1,01	-	-	-
	1,50	284,68 (Linha 2)	600,0	1,01	-	-	-
R4	1,50	548,89	Este setor está em estudo pela EMBASA				
R5	1,50	215,52 (Linha 1)	400,0	1,72	-	-	-
	1,50	215,52 (Linha 2)	400,0	1,72	-	-	-
R15	1,50	167,21 (Linha 1)	1.000,0	0,21	-	-	-
	1,50	167,21 (Linha 2)	1.000,0	0,21	-	-	-
	1,50	167,21 (Linha 3)	1.000,0	0,21	-	-	-
R7 Zona Alta	1,50	1.492,37	1.200,0	1,32	-	-	-
R10 Zona Alta	1,50	259,12	400,0	2,06	-	-	-
R14 (com ZA-42)	1,50	893,57	600,0	3,16	615,83	700,0	2,32
R17 Zona Alta	1,50	110,45	400,0	0,88	-	-	-
R18	1,50	645,45	300,0	9,13	523,39	600,0	2,28
R25	1,50	580,54	700,0	1,51	-	-	-
R23	1,50	704,04	600,0	2,49	-	-	-
R21	1,50	225,92	600,0	0,80	-	-	-
R19	1,50	58,09	Este setor está em estudo pela EMBASA.				

(*) A vazão de bombeamento já considera o valor do K2 (máxima horária) de projeto, avaliada neste Plano (PDAA-RMS-2015).

(**) As dimensões das tubulações existentes foram informadas pela EMBASA.

Na sequência, foi elaborada uma estimativa das alturas manométricas dos equipamentos, conforme **Quadro 1.197**.

Quadro 1.197 - Estimativa das Alturas Manométricas das Elevatórias Setoriais

Setor	Rugosidade k (mm)	L. Rec. (m)	Reynolds	f (Moody)	J (m/km)	Perdas de Carga Dist. (m)	Perdas de Carga Loc. (m)	Altura Geométrica (m)	AMT (mca)
R3	1,00	108,50	604109,72	0,023489	2,02	0,22	2,01	28,50	30,73
	1,00	108,50	604109,72	0,023489	2,02	0,22	2,01	28,50	
R4	Este setor está em estudo pela EMBASA								
R5	1,00	40,30	686005,55	0,025957	9,73	0,39	2,02	35,30	37,71
	1,00	40,30	686005,55	0,025957	9,73	0,39	2,02	35,30	
R15	1,00	31,00	212898,38	0,021517	0,05	0,00	2,00	38,00	40,00
	1,00	35,00	212898,38	0,021517	0,05	0,00	2,00	38,00	
	1,00	39,00	212898,38	0,021517	0,05	0,00	2,00	38,00	
R7 Zona Alta	1,00	78,00	1583453,75	0,019724	1,46	0,11	2,01	30,00	32,12
R10 Zona Alta	1,00	240,50	824804,58	0,025925	14,05	3,38	2,17	21,50	27,05
R14 (com ZA-42)	1,00	54,80	1625326,66	0,022434	8,81	0,48	2,02	24,80	27,31
R17 Zona Alta	1,00	64,40	351573,27	0,026139	2,57	0,17	2,01	24,40	26,57
R18	1,00	124,60	1369687,44	0,023329	10,33	1,29	2,06	24,60	27,95
R25	1,00	112,10	1055952,12	0,022498	3,73	0,42	2,02	32,10	34,54
R23	1,00	157,10	1494019,28	0,023318	12,28	1,93	2,10	33,10	37,13
R21	1,00	157,10	479417,13	0,023562	1,28	0,20	2,01	33,10	35,31
R19	Este setor está em estudo pela EMBASA.								

A etapa seguinte foi a de estimar os custos de intervenção nas elevatórias setoriais existentes (casa de bombas) e nas suas respectivas adutoras, tendo em conta a base de custos referente a estas mesmas unidades na hipótese de 100% novas. Os resultados podem ser observados nos **Quadro 1.198** e **Quadro 1.199**.

Quadro 1.198 - Estimativa dos Custos de Intervenções nas Elevatórias Setoriais

Setor	Q.Rec. (l/s)	AMT (mca)	P (CV)	Custo Total EE 100% Nova (R\$)	Custo Parcial	
					% EE Nova	(R\$)
R3	284,68	30,73	183,30	795.561,56	10,0%	79.556,16
	284,68	30,73	183,30	795.561,56	10,0%	79.556,16
R4	548,89	Este setor está em estudo pela EMBASA				
R5	215,52	37,71	170,29	742.843,96	10,0%	74.284,40
	215,52	37,71	170,29	742.843,96	10,0%	74.284,40
R15	167,21	40,00	140,14	619.579,86	10,0%	61.957,99
	167,21	40,00	140,14	619.579,86	10,0%	61.957,99
	167,21	40,00	140,14	619.579,86	10,0%	61.957,99
R7 Zona Alta	1.492,37	32,12	1.004,33	3.878.313,26	10,0%	387.831,33
R10 Zona Alta	259,12	27,05	146,84	647.115,37	10,0%	64.711,54
R14 (com ZA-42)	893,57	27,31	511,25	2.067.959,90	50,0%	1.033.979,95
R17 Zona Alta	110,45	26,57	61,50	287.710,12	10,0%	28.771,01
R18	645,45	27,95	378,00	1.561.043,11	50,0%	780.521,56
R25	580,54	34,54	420,12	1.722.425,02	10,0%	172.242,50
R23	704,04	37,13	547,66	2.204.784,47	10,0%	220.478,45
R21	225,92	35,31	167,15	730.066,75	10,0%	73.006,67
R19	58,09	Este setor está em estudo pela EMBASA.				
CUSTO TOTAL (R\$) A VALOR PRESENTE (V.P.)						3.255.098,07

Quadro 1.199 - Estimativa dos Custos de Intervenções nas Linhas de Recalque das Elevatórias Setoriais

Setor	L(m) Adução RAP → Torre	Linha de Recalque		Condição da Adução RAP → Torre	%(*)	Custo Unitário e Total	
		DN	Material			(R\$/m)	(R\$)
R3	108,50	600	FºFº	Existente e mantida	20,0%	1.175,93	25.517,68
R4	Este setor está em estudo pela EMBASA						
R5	40,30	400	FºFº	Existente e mantida	20,0%	642,93	5.182,02
R15	35,00	1.000	FºFº	Existente e mantida	20,0%	2.477,09	17.339,63
R7 Zona Alta	78,00	1.200	AÇO	Existente e mantida	20,0%	1.610,18	25.118,81
R10 Zona Alta	240,50	400	FºFº	Existente e mantida	20,0%	642,93	30.924,93
R14 (com ZA-42)	54,80	700	FºFº	Projetada (nova)	100,0%	1.583,52	86.776,90
R17 Zona Alta	64,40	400	FºFº	Existente e mantida	20,0%	642,93	8.280,94
R18	124,60	600	FºFº	Projetada (nova)	100,0%	1.175,93	146.520,88
R25	112,10	700	FºFº	Existente e mantida	20,0%	1.583,52	35.502,52
R23	157,10	600	FºFº	Existente e mantida	20,0%	1.175,93	36.947,72
R21	157,10	600	FºFº	Existente e mantida	20,0%	1.175,93	36.947,72
R19	Este setor está em estudo pela EMBASA.						
CUSTO TOTAL (R\$) A VALOR PRESENTE (V.P.)							455.059,74

Nota: Para as novas tubulações de recalque, foi considerado material Ferro Fundido dúctil.

(*) Percentual do Custo Total de uma Linha de Recalque 100% nova.

1.4.6.3 Linhas-Tronco dos Setores de Abastecimento

As extensões e diâmetros destas tubulações foram obtidas através de simulações computacionais realizadas com o software **Epanet**. Os resultados estão condensados no **Quadro 1.200**.

Quadro 1.200 – Estimativa dos Custos de Linhas-Tronco nos Setores de Abastecimento

SETOR	EXTENSÃO TOTAL (M)	FAIXA DE DIÂMETROS/MATERIAL	CUSTOS (R\$)
SETOR R1	15.212,00	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 700 F°F°	10.627.240,17
SETOR R20	11.921,00	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 900 F°F°	13.260.382,82
SETOR R23	53.799,71	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 700 F°F°	37.490.852,43
SETOR R6 - Alternativa 1	2.871,44	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 500 F°F°	963.968,29
SETOR R7	8.999,00	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 900 F°F°	10.443.018,63
SETOR R25	3.493,24	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 400 F°F°	1.508.789,69
SETOR R3	1.778,08	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 300 PVC DEF°F°	713.214,81
SETOR R4	858,40	De DN 300 PVC DEF°F° a DN 800 F°F°	729.185,86
SETORES R5 E R15	3.025,00	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 600 F°F°	1.466.202,83
SETOR R19	2.470,23	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 500 F°F°	1.993.885,61
SETOR R10	2.651,10	De DN 250 PVC DEF°F° a DN 700 F°F°	2.049.520,86
SETOR R14	27.557,19	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 800 F°F°	20.014.322,65
SETOR R17	4.340,00	De DN 150 PVC DEF°F° a DN 700 F°F°	4.877.511,46
SETOR R18	5.943,00	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 800 F°F°	2.719.766,36
SETOR R21B - Alternativa 2	3.380,70	De DN 200 PVC DEF°F° a DN 300 PVC DEF°F°	1.309.125,25
TOTAL GERAL	148.300,09	-	110.166.987,73

1.4.6.4 Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) para as Linhas-Tronco de Distribuição

As válvulas redutoras de pressão (VRPs) também foram modeladas com a rede principal (Linhas-Tronco) dos setores de abastecimento. A estimativa de custos unitários destes equipamentos está a seguir apresentada.

Quadro 1.201 - Estimativa dos Custos Unitários de Caixas de VRPs

DN da VRP	Valores em Reais (R\$) - Caixa Equipada com 01 VRP								
	VRP	Registro	Junta	Conexões	Assentamento	Caixa	Redução	Total	Adotado
50	3.675,84	272,17	496,66	744,99	1.037,93	1.446,77	530,94	8.205,30	8.300,00
75	4.103,68	407,63	744,99	1.117,49	1.274,76	1.446,77	629,25	9.724,56	9.800,00
100	6.064,80	825,12	993,32	1.489,98	1.874,64	1.620,25	890,26	13.758,38	13.800,00
150	10.436,16	915,88	1.541,17	2.311,76	3.040,99	1.798,56	1.386,75	21.431,27	21.500,00
200	11.519,20	1.435,88	1.962,12	2.943,18	3.572,08	1.798,56	1.607,20	24.838,22	24.900,00
250	20.623,68	1.593,84	2.579,93	3.869,90	5.733,47	1.798,56	2.504,40	38.703,77	38.800,00
300	32.301,92	2.370,61	2.975,84	4.463,76	8.422,43	2.727,85	3.684,88	56.947,29	57.000,00
350	35.532,11	8.422,16	3.582,40	5.373,60	10.582,05	2.727,85	4.581,35	70.801,52	70.900,00
400	39.085,32	18.328,01	4.188,96	6.283,44	13.577,15	2.727,85	5.824,61	90.015,34	90.100,00
500	47.293,24	16.824,64	5.219,14	7.828,71	15.433,15	3.824,45	6.670,91	103.094,23	103.100,00
600	47.293,24	16.824,64	5.219,14	7.828,71	15.433,15	3.825,45	7.166,80	103.591,13	103.600,00
700	62.248,35	22.144,94	6.869,54	10.304,31	20.313,43	5.035,14	9.433,09	136.348,81	136.400,00

Notas: - Usar registro gaveta até DN 400. A partir desse diâmetro usar válvula borboleta (Corpo Curto e Cabeçote);

- Percentual adotado para assentamento das válvulas e conexões = 20%.

Na sequência foi determinada a quantidade e diâmetro DN destas válvulas, para as linhas-tronco dos setores de abastecimento.

Quadro 1.202 - Estimativa da Quantidade de VRPs nos Setores de Abastecimento

Setor	Quantidade de Pares de VRPs conforme Diâmetro (DN) das VRPs									Total
	100	150	200	250	300	400	500	600	700	
R1						1	1			2
R3					1	1				2
R4			1							1
R5/R15					1					1
R6 (Alternativa 1)								1		1
R7								1		1
R10		2	1	1	2					6
R14		5				1		2		8
R17					1					1
R18	3		2			4	1			10
R19			1			1	1			3
R20		1		1	2	2	2		1	9
R21 (Alternativa 2)		3	2	1	1	1				8
R23		3	4	1	5	1	1			15
R25		2			1					3
Total	3	16	11	4	14	12	6	4	1	71

De posse das quantidades de VRPs de cada setor, e dos preços unitários das VRPs citados anteriormente, foi possível determinar o custo estimado necessário a este investimento, conforme **Quadro 1.203**.

Quadro 1.203 - Estimativa dos Custos de VRPs nos Setores de Abastecimento

SETOR	Custo dos Pares de VRPs conforme Diâmetro (DN) das VRPs									TOTAL
	100	150	200	250	300	400	500	600	700	
R1						180.200	206.200			386.400
R3					114.000	180.200				294.200
R4			49.800							49.800
R5/R15					114.000					114.000
R6 (Alternativa 1)								207.200		207.200
R7								207.200		207.200
R10		43.000	49.800	77.600	114.000					284.400
R14		43.000				180.200		207.200		430.400
R17					114.000					114.000
R18	27.600		49.800			180.200	206.200			463.800
R19			49.800			180.200	206.200			436.200
R20		43.000		77.600	114.000	180.200	206.200		272.800	893.800
R21 (Alternativa 2)		43.000	49.800	77.600	114.000	180.200				464.600
R23		43.000	49.800	77.600	114.000	180.200	206.200			670.800
R25		43.000			114.000					157.000
TOTAL	27.600	258.000	298.800	310.400	912.000	1.441.600	1.031.000	621.600	272.800	5.173.800

1.4.6.5 Redes Secundárias e Ligações Domiciliares dos Setores de Abastecimento

A extensão prevista de rede secundária, com diâmetros de 50 mm, 75mm, 100 mm e 150 mm, foi estimada em função da população prevista da RMS para cada ano do período de alcance do plano.

A extensão total de rede da RMS em 2013, segundo o COPAE, foi de 5.003.749 m. Deduzindo desse valor a extensão de linhas tronco (960.749 m), obtém-se a extensão de rede secundária (4.043.000 m) existente naquele ano. Considerando a população da mesma região nesse ano (2.921.242 habitantes) resulta uma taxa de rede secundária de 1,384 m/hab.

Aplicando essa taxa sobre a população projetada para um determinado ano, resulta na estimativa da extensão de rede secundária prevista para esse ano. A extensão de rede a ser implantada em um determinado ano será a diferença entre as extensões calculadas para o referido ano e para o ano anterior.

Considerou-se a seguinte distribuição percentual por diâmetro da rede secundária nova:

Diâmetro Nominal - DN (mm)	Percentual de Distribuição adotado
150	25%
100	30%
75	25%
50	20%

O número de ligações foi estimado com base na relação de 8,33 m/Lig., entre a extensão (m) de Rede Secundária a implantar em um determinado ano e o total de ligações faturadas do SIAA no mesmo ano.

Dividindo-se o acréscimo de Rede Secundária do SIAA em um determinado ano por 8,33 m/ligação obtém-se o total de novas ligações a serem instaladas no referido ano. O custo médio de uma ligação domiciliar com hidrômetro (materiais e serviços) é da ordem de R\$ 300,00 (conforme consta no **Apêndice** já citado).

O **Quadro 1.204** se constitui no demonstrativo da extensão total de Rede Secundária nova e da quantidade total de novas ligações domiciliares para a RMS. No **Quadro 1.205** pode ser visto o rateio do custo total deste investimento (valor corrente, em R\$) para os diversos setores de abastecimento, tendo em conta a proporcionalidade das demandas máximas horárias a serem atendidas por cada setor, em relação à demanda máxima horária total da RMS.

Quadro 1.204 - Demonstrativo da Estimativa de Custo de Extensão de Rede Secundária e de Ligações Domiciliares

L.Total (m) Linhas-Tronco = 153.153,00		Porcentagem de Linhas-Tronco ao Longo de Diversos Anos do Horizonte de Projeto								
Porcentagem de linhas tronco para cada ano		5,00%	10,00%	12,50%	15,00%	15,00%	15,00%	12,50%	10,00%	5,00%
PARÂMETROS	2013	2016	2017	2018	2019	2020	2024	2028	2032	2036
População da RMS	2.921.242	3.051.554	3.085.165	3.105.268	3.125.371	3.145.474	3.205.070	3.248.729	3.273.244	3.262.596
Extensao total de rede (m)	5.003.749	4.223.352	4.269.869	4.297.692	4.325.515	4.353.337	4.435.818	4.496.243	4.530.171	4.515.434
Extensão de linhas tronco (m)	960.749	7.658	15.315	19.144	22.973	22.973	22.973	19.144	15.315	7.658
Extensão de rede secundária (m)	4.043.000	4.215.694	4.254.554	4.278.548	4.302.542	4.330.364	4.412.845	4.477.099	4.514.855	4.507.777
Novas redes secundárias (m): Extensão Total estimada →		172.694	38.860	23.994	23.994	27.823	82.481	64.253	37.757	
Rateio para DN 150 : % adotado → 25%		43.174	9.715	5.998	5.998	6.956	20.620	16.063	9.439	0
Rateio para DN 100 : % adotado → 30%		51.808	11.658	7.198	7.198	8.347	24.744	19.276	11.327	0
Rateio para DN 75 : % adotado → 25%		43.174	9.715	5.998	5.998	6.956	20.620	16.063	9.439	0
Rateio para DN 50 : % adotado → 20%		34.539	7.772	4.799	4.799	5.565	16.496	12.851	7.551	0
Diâmetros	R\$ / m	Investimentos em redes secundárias (R\$)								
DN 150	199,61	8.617.873	1.939.210	1.197.347	1.197.347	1.388.426	4.115.992	3.206.408	1.884.157	0
DN 100	119,19	6.175.027	1.389.517	857.944	857.944	994.859	2.949.262	2.297.511	1.350.069	0
DN 75	98,48	4.251.731	956.733	590.726	590.726	684.997	2.030.674	1.581.920	929.572	0
DN 50	87,92	3.036.655	683.314	421.906	421.906	489.236	1.450.340	1.129.833	663.915	0
Custo Total (R\$) de Rede Secundária - Valor Corrente		22.081.286	4.968.774	3.067.923	3.067.923	3.557.517	10.546.268	8.215.671	4.827.712	0
Avaliação para Novas Ligações domiciliares (Quantidades Ano-a-Ano)										
Custo Unitário de Ligação Domiciliar (R\$) = 300,00		20.732	4.665	2.880	2.880	3.340	9.902	7.713	4.533	0
Custo Total (R\$) de Ligações Domiciliares - Valor Corrente		6.219.479	1.399.519	864.120	864.120	1.002.021	2.970.493	2.314.050	1.359.787	0
MONTANTE DE CUSTOS (Rede Secundária + Ligações Domiciliares) (R\$)								Taxa de Juros ao ano = 12,0%		
TOTAL GERAL (R\$) - Valor Corrente		28.300.765	6.368.293	3.932.043	3.932.043	4.559.537	13.516.760	10.529.721	6.187.499	0
		77.326.661,85								
TOTAL GERAL (R\$) - Valor Presente (Ano Base = 2015)		25.268.540	5.076.764	2.798.750	2.498.884	2.587.204	4.874.279	2.413.140	901.174	0
		46.418.736,89								

Quadro 1.205 - Rateio do Custo Total de Rede Secundária Nova e de Ligações Domiciliares Novas

SETOR	QMH (L/s) (Epanet)	%	CUSTO (R\$) DE REDE SECUNDÁRIA E LIGAÇÕES
R1	2.027,93	11,0%	8.490.075,74
R3	886,09	4,8%	3.709.679,93
R4	743,87	4,0%	3.114.265,60
R5/R15	1.617,88	8,8%	6.773.371,73
R6 (Alternativa 1)	941,90	5,1%	3.943.332,53
R7	2.953,14	16,0%	12.363.534,38
R10	671,68	3,6%	2.812.036,94
R14	670,68	3,6%	2.807.850,37
R17	679,37	3,7%	2.844.231,68
R18	1.482,16	8,0%	6.205.170,13
R19	756,73	4,1%	3.168.104,92
R20	1.953,69	10,6%	8.179.264,61
R21 (Alternativa 2)	359,88	1,9%	1.506.663,67
R23	2.040,10	11,0%	8.541.026,33
R25	685,06	3,7%	2.868.053,28
TOTAL	18.470,16	100,0%	77.326.661,85

1.4.6.6 Quadro-Resumo dos Custos Totais para cada Setor de Abastecimento da RMS

Após todos os demonstrativos apresentados anteriormente, foi elaborado o quadro-resumo de custos totais (valor corrente, em R\$, mês de referência Julho/2014, conforme o **Quadro 1.206**) por cada Setor de Abastecimento, referente aos itens:

- Reservação;
- Estações elevatórias setoriais;
- Linhas de recalque das elevatórias setoriais;
- Linhas-tronco de distribuição;
- Válvulas redutoras de pressão (VRPs) das linhas-tronco;
- Redes secundárias novas e ligações domiciliares novas.

Quadro 1.206 - Custos Totais (valor corrente, R\$) das Intervenções. Ampliações e Melhorias nos Setores de Abastecimento da RMS (base Julho/2014)

SETOR DE ABASTECIMENTO	CUSTOS ESTIMADOS (VALOR CORRENTE - R\$)						CUSTO TOTAL (R\$) POR SETOR
	RESERVAÇÃO	ELEVATÓRIA SETORIAL	LINHA DE RECALQUE	LINHAS-TRONCO	VRPS	REDE SECUNDÁRIA E LIGAÇÕES DOMICILIARES	
R1	11.510.732,00			10.627.240,17	386.400,00	8.490.075,74	31.014.447,91
R3	1.442.024,00	159.112,31	25.517,68	713.214,81	294.200,00	3.709.679,93	6.343.748,73
R4				729.185,86	49.800,00	3.114.265,60	3.893.251,46
R5/R15		334.442,75	22.521,65	1.466.202,83	114.000,00	6.773.371,73	8.710.538,96
R6 (Alternativa 1)	8.724.930,00			963.968,29	207.200,00	3.943.332,53	13.839.430,82
R7	4.525.842,00	387.831,33	25.118,81	10.443.018,63	207.200,00	12.363.534,38	27.952.545,14
R10	1.062.177,00	64.711,54	30.924,93	2.049.520,86	284.400,00	2.812.036,94	6.303.771,27
R14	8.724.930,00	1.033.979,95	86.776,90	20.014.322,65	430.400,00	2.807.850,37	33.098.259,87
R17	3.784.131,49	28.771,01	8.280,94	4.877.511,46	114.000,00	2.844.231,68	11.656.926,58
R18	8.724.930,00	780.521,56	146.520,88	2.719.766,36	463.800,00	6.205.170,13	19.040.708,92
R19	5.252.360,00			1.993.885,61	436.200,00	3.168.104,92	10.850.550,53
R20	12.613.217,00			13.260.382,82	893.800,00	8.179.264,61	34.946.664,43
R21 (Alternativa 2)	3.355.777,00	73.006,67	36.947,72	1.309.125,25	464.600,00	1.506.663,67	6.746.120,32
R23	13.977.290,00	220.478,45	36.947,72	37.490.852,43	670.800,00	8.541.026,33	60.937.394,93
R25	4.362.465,00	172.242,50	35.502,52	1.508.789,69	157.000,00	2.868.053,28	9.104.052,99
TOTAL (R\$)	88.060.805,49	3.255.098,07	455.059,74	110.166.987,73	5.173.800,00	77.326.661,85	284.438.412,87

APENDICES

**APENDICE 1 - AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BARRAGEM
ITAPECERICA NO RIO POJUCA**

**APENDICE 2 - ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DE ALTERNATIVAS DE IMPLANTAÇÃO DE POÇOS
TUBULARES PARA O PLANO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE
SALVADOR, ESTADO DA BAHIA**

APENDICE 3 - CRITÉRIOS DE PROJETO

**APENDICE 4 - TERMOS DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO TRATAMENTO E DISPOSICAO DO
LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PRINCIPAL DE SALVADOR**

APENDICE 5 - TERMOS DE REFERÊNCIA AVALIAÇÃO AMBIENTAL

APENDICE 1
AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BARRAGEM
ITAPECERICA NO RIO POJUCA

APENDICE 1 - AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BARRAGEM ITAPECERICA NO RIO POJUCA

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	4
2	BARRAGEM ITAPECERICA NO RIO POJUCA	4
3	DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RIO POJUCA SEM BARRAGEM	4
4	DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RIO POJUCA COM BARRAGEM DE REGULARIZAÇÃO	7
5	AVALIAÇÃO EXPEDITA DAS CHEIAS DE PROJETO	20
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	23
7	ANEXOS	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Características Fluviométricas mensais rio Pojuca em Tiririca (1960-2014)	5
Figura 2 - Curva de Frequencia de vazões diárias rio Pojuca em Tiririca (1961-2005)	5
Figura 3 - Relação Cota x Área x Volume - Barragem Itapecerica (Montante)	9
Figura 4 - Relação Cota x Área x Volume - Barragem Itapecerica (Jusante)	10
Figura 5 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Cota - Barragem Itapecerica (Montante no rio Pojuca)	17
Figura 6 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Volume acumulado - Barragem Itapecerica (Montante no rio Pojuca)	17
Figura 7 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Volume acumulado - Barragem Itapecerica (Jusante no rio Pojuca – Alternativa 1)	18
Figura 8 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Cota - Barragem Itapecerica (Jusante no rio Pojuca – Alternativa 1)	19
Figura 9 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Volume acumulado - Barragem Itapecerica (Jusante no rio Pojuca – Alternativa 3)	20
Figura 10 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Cota - Barragem Itapecerica (Jusante no rio Pojuca – Alternativa 3)	20
Figura 11 - Relação Áreas Drenagem x Descargas Especificas – Cheias Projeto Barragens – Estado da Bahia	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características fluviométricas mensais (m ³ /s) - rio Pojuca em Tiririca (50795000)	4
Quadro 2 - Curva de Permanência de vazões diárias - rio Pojuca em Tiririca (50795000)	6
Quadro 3 - Vazões possíveis de serem captadas - rio Pojuca no local da captação	6
Quadro 4 - Relação x Cota x Área x Volume - Barragem Itapecerica (Montante)	9
Quadro 5 - Relação x Cota x Área x Volume - Barragem Itapecerica (Jusante)	10
Quadro 6 - Evaporação (mm)	10
Quadro 7 - Vazões Médias Mensais (m ³ /s) - rio POJUCA na barragem Itapecerica	11
Quadro 8 - Chuvas Médias Mensais (mm) – em Tiririca (01238000)	14
Quadro 9 - Resultados da Simulação – “Cascata” – Barragem Itapecerica – Montante	16
Quadro 10 - Resultados da Simulação – “Cascata” – Barragem Itapecerica – Jusante	18
Quadro 11 - Resultados da Simulação – “Cascata” – Barragem Itapecerica – Jusante 30,0 m	19
Quadro 12 - Resultados da Simulação – “Cascata” – Barragem Itapecerica – Jusante 35,0 m	19
Quadro 13 - Cheias de Projeto - barragens do Estado da Bahia	22

1 APRESENTAÇÃO

Este Relatório apresenta os estudos preliminares visando avaliar a disponibilidade hídrica do rio Pojuca para atender ao suprimento de água para o SIAA da Região Metropolitana de Salvador, considerando uma alternativa a fio d' água, sem barragem e outra com a implantação de uma barragem de regularização.

Neste Relatório, após apresentar a Barragem de Itapecerica, definida nos estudos anteriores é feita uma avaliação da disponibilidade hídrica do rio Pojuca, sem a implantação de barragem de regularização, para em seguida estudar esta disponibilidade hídrica com a implantação de reservatórios de acumulação.

Na avaliação da disponibilidade hídrica do rio Pojuca com a implantação de uma Barragem no sítio de Itapecerica analisou-se diferentes acumulações (altura de barragens) e dois diferentes eixos, definidos nos estudos que foram desenvolvidos simultaneamente a este estudo hidrológico.

Neste Relatório é feita ainda uma avaliação expedita da cheia de projeto para subsidiar um pré-dimensionamento das estruturas de barramento e extravasão da barragem. Este Relatório finaliza apresentando suas conclusões e recomendações e apresentando os seus anexos.

2 BARRAGEM ITAPECERICA NO RIO POJUCA

Por ocasião da elaboração do Plano Diretor de Abastecimento de Água de 1973, foi proposta a Barragem de Itapecerica no rio Pojuca, como um dos mananciais para atender as futuras demandas do SIAA da Região Metropolitana de Salvador e que teria condições de regularizar 12,6 m³/s (entre as cotas 26 m e 51 m) com uma acumulação de 959,8 hm³.

Os atuais estudos serão desenvolvidos de forma preliminar, a luz de informações hidrológicas atualizadas, de forma a reavaliar a disponibilidade hídrica do rio Pojuca, considerando duas possibilidades, uma captação a fio d' água e outra com a implantação de uma barragem de regularização.

3 DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RIO POJUCA SEM BARRAGEM

O local previsto para captação, a fio d' água, no rio Pojuca está localizado próximo a Fazenda Flecheiras, existindo a cerca de 2,5 km a jusante deste local, um posto fluviométrico operado pela ANA, que possui informações a partir de 1961. Este posto, denominado Tiririca (código da ANA 50795000), possui as coordenadas 12° 30' 43" e 38° 4' 0", obtidas do Banco de Dados da ANA.

Desta forma os dados observados no posto de Tiririca no rio Pojuca podem ser adotados como iguais ao do local de captação prevista a fio d' água.

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, suas características fluviométricas mensais são a seguir apresentadas em forma de quadro e gráfico.

Quadro 1 - Características fluviométricas mensais (m³/s) - rio Pojuca em Tiririca (50795000)

MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
MÍNIMO	4,41	2,39	1,35	5,59	11,6	11,3	12,5	11,2	8,02	5,56	6,12	5,23	11,2
MÉDIAS	18,202	16,685	21,013	27,919	52,94	47,683	41,184	30,243	22,94	20,618	20,587	22,624	28,553
MÁXIMO	77,9	80,5	201	144	215	205	126	114,574	72,4	73,6	94,7	149	77,6

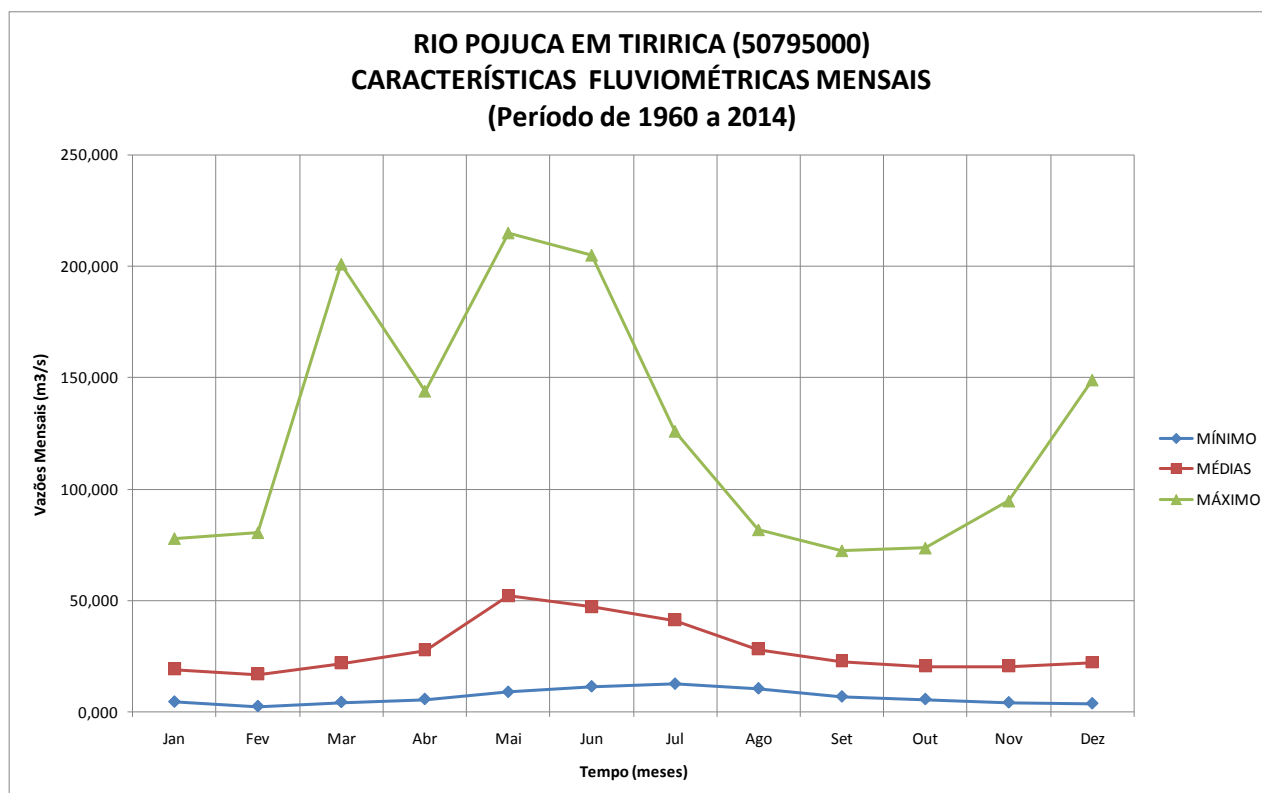


Figura 1 - Características Fluviométricas mensais rio Pojuca em Tiririca (1960-2014)

Como se está analisando uma captação a fio d' água é importante verificar a frequência da ocorrência das vazões médias diárias observadas, que são a seguir apresentadas e foram obtidas através do programa "HIDRO" da ANA:

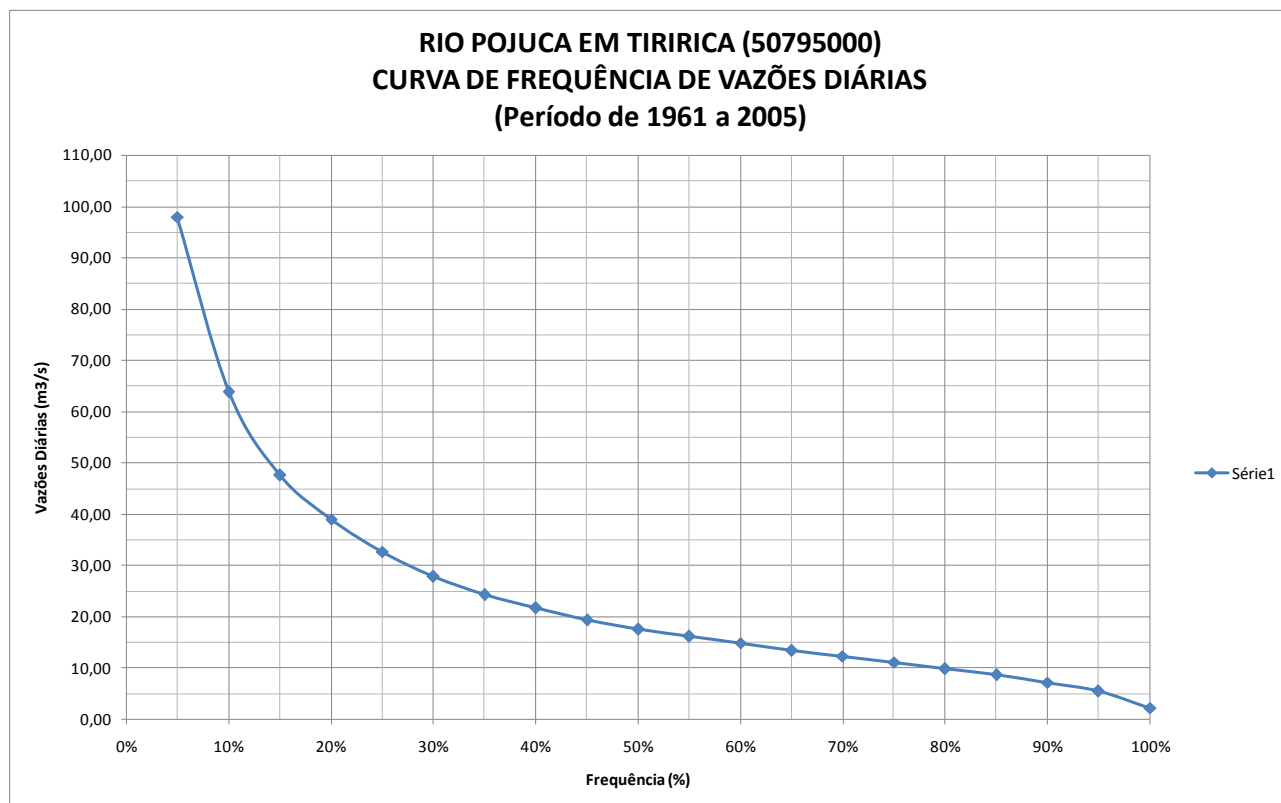


Figura 2 - Curva de Frequencia de vazões diárias rio Pojuca em Tiririca (1961-2005)

Quadro 2 - Curva de Permanência de vazões diárias - rio Pojuca em Tiririca (50795000)

FREQUÊNCIA (%)	VAZÕES DIÁRIAS (m³/s)
5%	98,00
10%	63,80
15%	47,60
20%	39,00
25%	32,70
30%	27,90
35%	24,30
40%	21,70
45%	19,40
50%	17,60
55%	16,20
60%	14,90
65%	13,40
70%	12,30
75%	11,10
80%	9,89
85%	8,68
90%	7,20
95%	5,53
100%	2,22

A partir destas informações, a vazão de referência – $Q_{90\%}$ no local da captação é de 7,20 m³/s, devendo ser mantida a jusante da captação 20% desta vazão, ou seja, 1,440 m³/s. Mas tratando-se de abastecimento de água humano, a Instrução Normativa do INEMA, permite que seja liberada em períodos críticos a parcela de 5% da vazão de referência que é de 0,36 m³/s.

Abaixo são apresentadas as vazões possíveis de serem captadas no rio Pojuca, no local previsto para captação, considerando a liberação de 20% e de 5% da vazão de referência a jusante do local de captação:

Quadro 3 - Vazões possíveis de serem captadas - rio Pojuca no local da captação

FREQUÊNCIA (%)	VAZÃO AVALIADA (m³/s)	20% da VAZÃO REFERÊNCIA (m³/s)	VAZÃO POSSÍVEL DE SER CAPTADA LIBERANDO 20% do $Q_{90\%}$ (m³/s)	5% da VAZÃO REFERÊNCIA (m³/s)	VAZÃO POSSÍVEL DE SER CAPTADA LIBERANDO 5% do $Q_{90\%}$ (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 tem condições de atender a fio d' água uma vazão de 1,86 m³/s em 100% do tempo. Para atendimento de sistemas de abastecimentos de água deve-se adotar uma garantia de 100%.

O rio Pojuca numa avaliação hidrológica quantitativa pode atender a uma demanda de 1,86 m³/s em 100 % do tempo. Outra hipótese que poderia ser também analisada é aduzir uma vazão superior a esta vazão mínima, por exemplo, 4,00 m³/s a partir de determinada acumulação na Barragem de Santa Helena para “poupar” a mesma e evitar/postergar uma situação mais crítica. Assim, enquanto a Barragem de Santa Helena estivesse numa situação favorável, barragem vertendo, por exemplo, não seria preciso aduzir água do rio Pojuca, já a partir de um determinado volume acumulado na Barragem de Santa Helena se passaria e extrair uma vazão superior a mínima.

4 DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RIO POJUCA COM BARRAGEM DE REGULARIZAÇÃO

Paralelamente aos estudos hidrológicos desenvolveram-se estudos complementares para consolidar os sítios possíveis de ter implantada a Barragem de Itapecerica no rio Pojuca, considerando os estudos existentes e a luz das atuais informações disponíveis na região.

A área estudada envolveu dois eixos alternativos com suas respectivas bacias de acumulação e tangencia trechos das rodovias estaduais BA-505 e BA-512.

O barramento de jusante situa-se nas proximidades dos povoados Tiririca e Flecheiras. O barramento de montante situa-se 8 km rio acima e o povoado de Covão que é o mais próximo encontra-se uma distância aproximada de 3 km.

As coordenadas dos eixos analisados são:

BARRAMENTO DE MONTANTE:

Início: E (601.510,6300); N = (8.618.977,9890)

Fim: E (602.158,7619); N = (8.618.891,8748)

BARRAMENTO DE JUSANTE:

Início: E (602.124,6192); N = (8.611.246,0355)

Fim: 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.

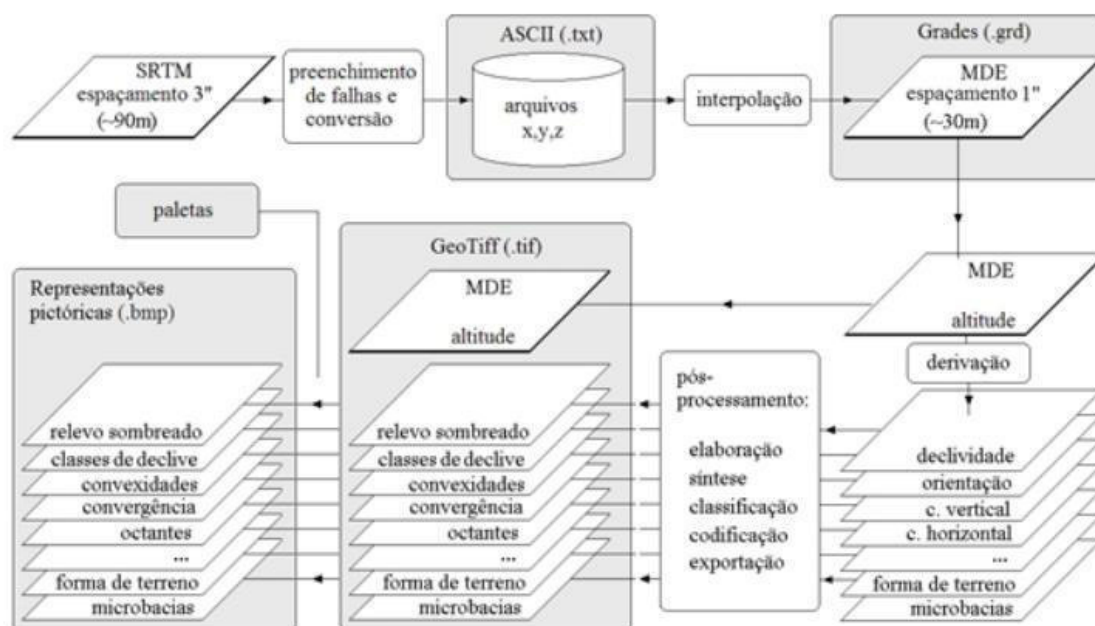
A seguir são apresentadas algumas informações técnicas referentes à base de dados do TOPODATA que foram publicadas no site: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>.

“O projeto Topodata oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, ora elaborados a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo USGS na rede mundial de computadores.

O Topodata foi lançado pela primeira vez em agosto de 2008 e desde então o processamento dos dados vem sendo sucessivamente inspecionado e revisado, com vistas a aprimoramentos e correções. Problemas na articulação entre folhas e a demanda por mais formatos levaram a um novo tratamento dos dados. Detalhes do processamento de derivação geomorfométrica foram oportunamente melhorados, e estes novos produtos foram disponibilizados desde o dia 6 de maio de 2009.

Para possibilitar uma futura expansão do Topodata, foi feita uma nova revisão dos produtos e processos, que culminou numa metodologia passível de aplicação onde quer que existam dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Os dados atualmente disponíveis, desde novembro de 2011, foram elaborados em fiel correspondência a estes procedimentos.

Os dados foram disponibilizados em formatos correspondentes às etapas de processamento dos dados SRTM: preenchimento de falhas, refinamento, derivação e pós-processamento, de acordo com o fluxograma abaixo:



Conjuntos de arquivos do TOPODATA produzidos ao longo do processamento dos dados SRTM. Os cinco conjuntos disponibilizados (caixas cinzas) estão detalhados no link "Acesso".

Após o preenchimento de falhas dos dados originais SRTM, estes foram convertidos em arquivos ASCII (.txt) estruturados em colunas x,y,z, que constituem um primeiro conjunto de dados, ainda com espaçamento (resolução) de 3 arco-segundos. Deste arquivo foram interpoladas as grades de altitude, em um Modelo Digital de Elevação (MDE) refinado então para 1 arco-segundo, sob formato de Surfer grid (.grd). Um terceiro conjunto de arquivos, disponibilizado em formato GeoTiff (.tif), contém este MDE refinado e suas derivações (variáveis) geomorfológicas locais, algumas das quais classificadas em intervalos ou combinações de interesse. Estes mesmos planos de informação foram preparados sob representações pictóricas não georreferenciadas, num quarto conjunto de arquivos (.bmp), para rápida visualização em editores comuns. Além dos arquivos de dados associados a cada folha (ou quadrícula), paletas correspondentes aos esquemas de cores usados nestas representações foram também disponibilizadas para facilitar sua visualização em diferentes programas de SIG."

Os dados em estrutura Raster com resolução de 1" oferecem precisão aproximada de 30 m no datum WGS84.

Com base nos pontos cotados representativos do terreno natural, obtido a partir do Topodata foi modelada a superfície do terreno natural em 3D utilizando-se o software AutoCAD CIVIL 3D –Autodesk.

Essa superfície ofereceu as condições necessárias para a avaliação preliminar dos perfis de terreno ao longo dos eixos avaliados assim como das áreas de acumulação e dos volumes acumulados em cada cota ensaiada para os barramentos nas posições de montante e de jusante.

Cabe ressaltar que a precisão dos dados é essencialmente condicionada àquela estabelecida pela base de dados Topodata. A metodologia utilizada para o processamento desses dados apresenta, no entanto, a vantagem de não contribuir para a evolução de distorções melhorando a precisão no processo estimativo de cálculo de volumes e das áreas de influência para o barramento nas diversas situações estudadas.

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 analisadas.

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 eixo são apresentados a seguir.

Quadro 4 - Relação x Cota x Área x Volume - Barragem Itapecerica (Montante)

COTA (m)	ÁREA (m ²)	VOLUME (m ³)
35	0,0	0,0
40	3.147.634,41	6.886.897,67
41	4.312.799,14	10.212.007,93
45	12.946.990,34	57.317.490,57
47	24.847.036,98	116.973.478,18
48	29.157.197,87	148.354.079,61
50	38.571.752,51	219.846.575,12

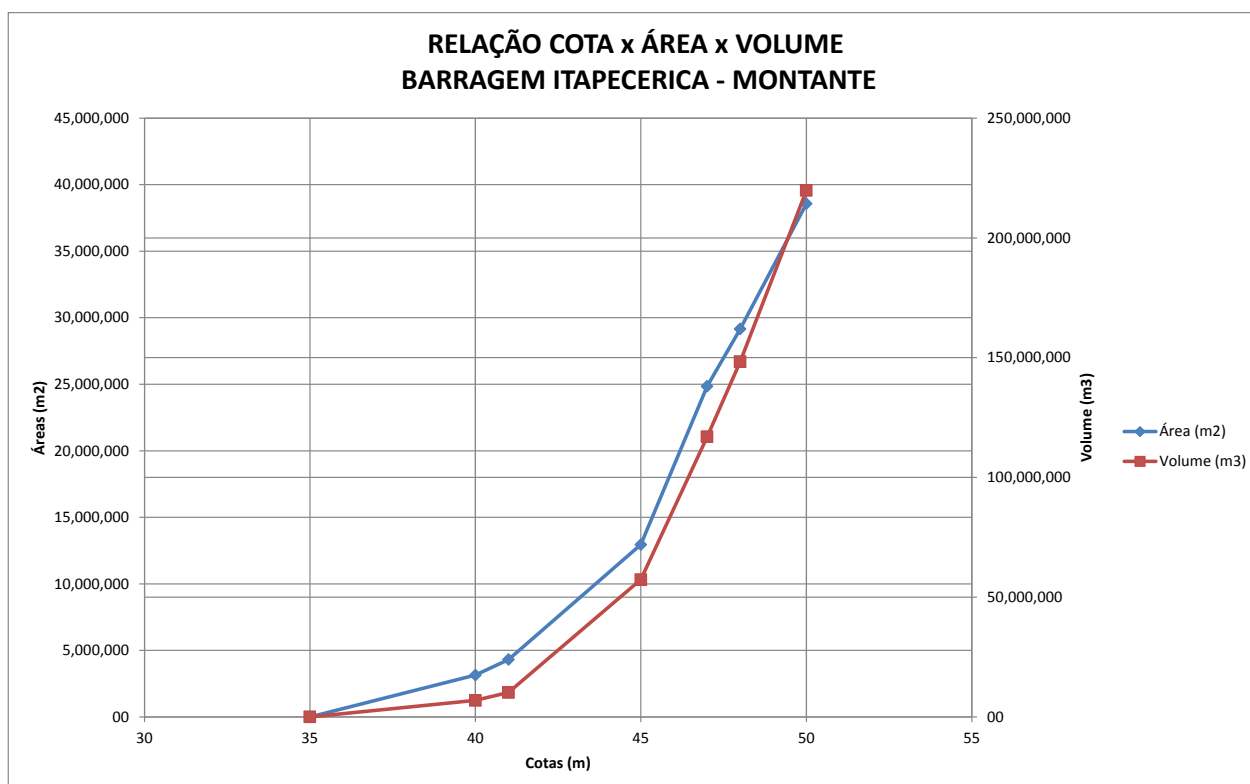
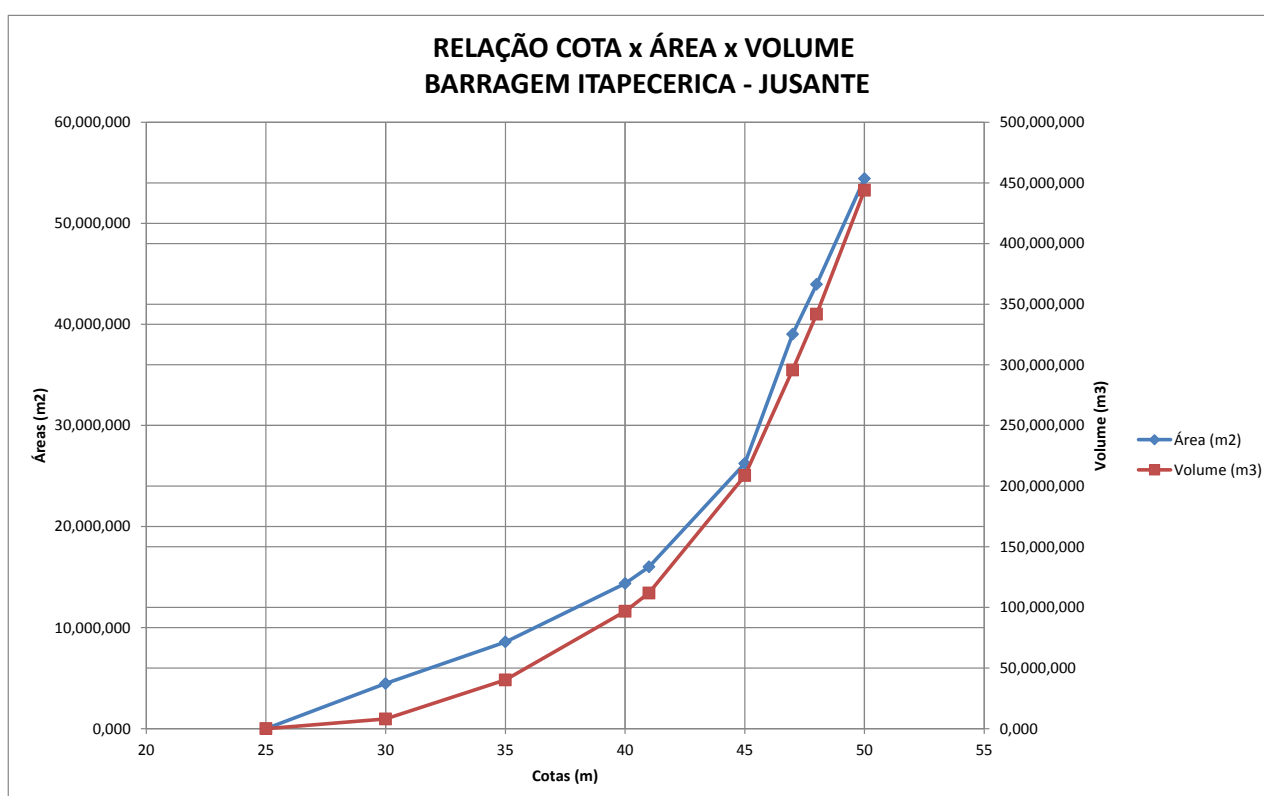


Figura 3 - Relação Cota x Área x Volume - Barragem Itapecerica (Montante)

Quadro 5 - Relação x Cota x Área x Volume - Barragem Itapecerica (Jusante)

COTA (m)	ÁREA (m ²)	VOLUME (m ³)
25	0,000	0,000
30	4.467.243,43	8.069.476,09
35	8.576.362,44	40.259.057,72
40	14.361.011,11	96.725.531,66
41	16.009.802,25	111.856.880,13
45	26.235.623,11	208.677.505,76
47	39.028.971,28	295.719.401,14
48	43.963.965,91	341.769.947,36
50	54.418.515,82	443.896.554,97

**Figura 4 - Relação Cota x Área x Volume - Barragem Itapecerica (Jusante)**

Na simulação da operação dos reservatórios da Barragem de Itapecerica utilizou-se 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.

Esta série de vazões médias mensais é apresentada a seguir, tendo-se adotada na simulação da operação do reservatório. Também é a seguir apresentada a série das chuvas mensais do posto de Tiririca (01238000).

A evaporação adotada foi a do posto do INMET de Salvador, que é a seguir apresentada.

Quadro 6 - Evaporação (mm)

MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
EVAPORAÇÃO (mm)	90,4	79,5	83,4	70,5	69,6	72,3	79,1	85,1	85,2	87,8	83,2	88,2	974,3

Quadro 7 - Vazões Médias Mensais (m³/s) - rio POJUCA na barragem Itapecerica

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1962	4,410	2,390	8,250	12,200	30,700	27,300	31,100	17,200	9,980	8,430	18,200	7,920	14,800
1963	4,980	18,500	8,000	10,100	64,600	22,000	21,300	11,700	8,210	5,560	7,630	26,700	17,400
1964	74,700	50,300	45,200	144,000	156,000	74,000	90,500	114,574	33,600	36,800	33,466	36,732	74,156
1965	17,600	15,500	11,900	20,500	14,100	21,300	18,100	17,900	12,900	14,100	17,000	9,720	15,900
1966	5,750	18,000	15,100	46,800	127,000	83,400	60,600	34,800	25,500	19,200	16,500	31,500	40,300
1967	11,100	11,000	11,700	22,100	62,600	97,100	63,800	28,600	24,800	16,600	35,500	26,200	34,300
1968	45,900	35,400	120,000	34,600	215,000	205,000	65,900	40,700	30,000	26,000	54,800	57,500	77,600
1969	23,300	56,700	201,000	91,200	183,000	105,000	66,700	43,600	28,200	22,700	19,100	78,800	76,600
1970	60,900	22,100	22,200	21,100	20,100	21,900	30,309	40,869	19,313	19,095	35,644	17,680	27,601
1971	13,543	10,100	9,340	19,200	43,500	59,800	68,300	28,400	34,900	20,000	14,500	10,500	27,674
1972	12,700	11,800	10,900	13,500	52,000	50,800	23,500	18,800	16,500	12,700	8,820	7,780	20,000
1973	8,190	6,340	8,060	15,500	50,100	89,500	59,500	26,000	47,300	73,600	29,300	27,100	36,700
1974	15,700	23,200	21,400	31,600	156,000	57,500	43,500	34,100	27,500	22,000	26,400	17,400	39,700
1975	13,500	14,700	15,800	46,600	72,200	47,000	69,800	81,800	72,400	24,600	18,600	24,800	41,800
1976	16,300	22,100	17,500	20,600	18,700	16,400	18,300	15,800	13,400	57,700	16,000	21,300	21,200
1977	16,200	16,300	12,500	20,200	73,900	46,900	34,900	19,500	17,100	48,300	17,900	30,600	29,500
1978	51,000	20,800	34,600	35,100	113,000	43,100	39,700	35,500	25,100	19,500	20,100	18,800	38,000
1979	19,900	16,500	18,800	16,600	19,900	40,300	29,900	16,100	16,300	12,200	10,900	9,590	18,900
1980	14,900	80,500	26,300	11,100	14,200	16,000	14,200	12,100	13,800	9,940	15,800	8,270	19,800
1981	6,790	6,670	58,700	27,919	24,700	24,700	32,000	13,400	9,800	7,880	7,930	5,670	18,847
1982	5,010	5,610	6,260	23,124	14,900	47,683	31,180	25,628	28,349	34,800	11,100	9,290	20,244
1983	10,800	17,900	12,200	24,100	13,600	13,900	14,200	20,800	11,100	11,100	11,400	9,570	14,200
1984	7,050	4,496	1,350	58,500	42,600	25,700	18,400	16,900	30,200	11,200	11,100	6,460	19,496
1985	12,500	11,300	11,200	51,400	119,000	66,200	106,000	78,200	30,600	26,500	94,700	99,900	58,900
1986	32,200	18,900	23,200	42,800	62,600	42,400	57,000	32,700	38,200	40,500	73,400	44,100	42,300
1987	21,900	14,600	15,400	21,700	39,500	45,600	43,800	27,300	17,100	12,200	12,600	9,740	23,400
1988	22,300	11,000	19,400	21,800	51,500	84,700	78,900	40,200	30,600	20,800	16,200	63,900	38,400
1989	20,300	11,600	21,600	62,300	170,000	112,000	102,000	69,100	56,500	60,200	52,100	149,000	73,900
1962	4,410	2,390	8,250	12,200	30,700	27,300	31,100	17,200	9,980	8,430	18,200	7,920	14,800
1963	4,980	18,500	8,000	10,100	64,600	22,000	21,300	11,700	8,210	5,560	7,630	26,700	17,400

(continua)

Quadro 7 - Vazões Médias Mensais (m³/s) - rio POJUCA na barragem Itapecerica (Continuação)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1964	74,700	50,300	45,200	144,000	156,000	74,000	90,500	114,574	33,600	36,800	33,466	36,732	74,156
1965	17,600	15,500	11,900	20,500	14,100	21,300	18,100	17,900	12,900	14,100	17,000	9,720	15,900
1966	5,750	18,000	15,100	46,800	127,000	83,400	60,600	34,800	25,500	19,200	16,500	31,500	40,300
1967	11,100	11,000	11,700	22,100	62,600	97,100	63,800	28,600	24,800	16,600	35,500	26,200	34,300
1968	45,900	35,400	120,000	34,600	215,000	205,000	65,900	40,700	30,000	26,000	54,800	57,500	77,600
1969	23,300	56,700	201,000	91,200	183,000	105,000	66,700	43,600	28,200	22,700	19,100	78,800	76,600
1970	60,900	22,100	22,200	21,100	20,100	21,900	30,309	40,869	19,313	19,095	35,644	17,680	27,601
1971	13,543	10,100	9,340	19,200	43,500	59,800	68,300	28,400	34,900	20,000	14,500	10,500	27,674
1972	12,700	11,800	10,900	13,500	52,000	50,800	23,500	18,800	16,500	12,700	8,820	7,780	20,000
1973	8,190	6,340	8,060	15,500	50,100	89,500	59,500	26,000	47,300	73,600	29,300	27,100	36,700
1974	15,700	23,200	21,400	31,600	156,000	57,500	43,500	34,100	27,500	22,000	26,400	17,400	39,700
1975	13,500	14,700	15,800	46,600	72,200	47,000	69,800	81,800	72,400	24,600	18,600	24,800	41,800
1976	16,300	22,100	17,500	20,600	18,700	16,400	18,300	15,800	13,400	57,700	16,000	21,300	21,200
1977	16,200	16,300	12,500	20,200	73,900	46,900	34,900	19,500	17,100	48,300	17,900	30,600	29,500
1978	51,000	20,800	34,600	35,100	113,000	43,100	39,700	35,500	25,100	19,500	20,100	18,800	38,000
1979	19,900	16,500	18,800	16,600	19,900	40,300	29,900	16,100	16,300	12,200	10,900	9,590	18,900
1980	14,900	80,500	26,300	11,100	14,200	16,000	14,200	12,100	13,800	9,940	15,800	8,270	19,800
1981	6,790	6,670	58,700	27,919	24,700	24,700	32,000	13,400	9,800	7,880	7,930	5,670	18,847
1982	5,010	5,610	6,260	23,124	14,900	47,683	31,180	25,628	28,349	34,800	11,100	9,290	20,244
1983	10,800	17,900	12,200	24,100	13,600	13,900	14,200	20,800	11,100	11,100	11,400	9,570	14,200
1984	7,050	4,496	1,350	58,500	42,600	25,700	18,400	16,900	30,200	11,200	11,100	6,460	19,496
1985	12,500	11,300	11,200	51,400	119,000	66,200	106,000	78,200	30,600	26,500	94,700	99,900	58,900
1986	32,200	18,900	23,200	42,800	62,600	42,400	57,000	32,700	38,200	40,500	73,400	44,100	42,300
1987	21,900	14,600	15,400	21,700	39,500	45,600	43,800	27,300	17,100	12,200	12,600	9,740	23,400
1988	22,300	11,000	19,400	21,800	51,500	84,700	78,900	40,200	30,600	20,800	16,200	63,900	38,400
1989	20,300	11,600	21,600	62,300	170,000	112,000	102,000	69,100	56,500	60,200	52,100	149,000	73,900
1990	66,200	35,900	24,800	29,600	33,400	46,300	41,300	45,900	28,900	44,100	23,900	39,000	38,300
1991	26,200	17,000	22,400	32,500	52,600	94,200	69,900	55,000	42,200	18,800	19,500	17,000	38,900

(continua)

Quadro 7 - Vazões Médias Mensais (m³/s) - rio POJUCA na barragem Itapeçerica (Continuação)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1992	15,000	66,600	27,700	15,300	13,100	24,600	36,200	26,900	18,300	13,500	12,100	19,100	24,000
1993	13,400	10,200	8,860	9,880	17,200	17,900	18,700	26,800	11,100	12,100	8,810	7,440	13,500
1994	5,421	5,420	12,700	28,100	26,200	11,300	46,400	15,800	12,400	9,760	7,310	6,160	15,581
1995	5,410	4,090	4,648	15,400	22,600	26,100	17,500	11,200	8,390	6,230	11,000	15,100	12,306
1996	4,610	4,350	4,250	34,446	18,200	64,200	15,200	14,500	13,100	8,170	16,100	14,700	17,652
1997	10,516	16,000	39,100	51,700	40,000	44,600	24,300	17,600	10,000	8,840	6,380	5,350	22,866
1998	5,070	5,580	5,250	7,660	12,300	21,400	33,900	15,600	10,000	6,360	6,120	5,230	11,200
1999	4,950	4,800	4,920	5,590	40,900	19,800	17,400	57,100	16,400	19,700	41,800	43,700	23,100
2000	21,300	14,400	14,800	41,500	53,600	45,200	30,800	40,300	40,200	20,500	27,200	16,900	30,600
2001	11,300	8,220	11,800	12,300	11,600	17,500	17,400	26,300	61,600	54,800	16,300	12,300	21,800
2002	39,600	19,300	9,960	11,200	21,500	20,300	19,800	22,300	14,700	11,300	8,150	8,390	17,200
2003	6,280	6,560	9,040	9,220	46,800	47,000	45,600	30,300	42,900	16,200	13,500	7,950	23,400
2004	77,900	22,200	16,500	11,600	16,600	20,900	19,400	21,600	11,000	10,300	9,400	6,950	20,400
2005	6,970	18,900	8,000	25,600	65,500	72,400	81,300	27,800	15,500	11,200	10,700	9,880	29,500
2006	7,330	6,680	6,390	19,700	48,600	114,000	40,869	22,700	22,200	24,800	29,300	10,200	29,397
2007	7,392	16,685	22,100	11,200	34,500	41,800	19,700	17,000	14,600	10,100	7,020	6,680	17,398
2008	6,220	6,730	14,000	15,000	23,900	25,200	27,700	22,400	13,200	10,300	6,891	18,300	15,820
2009	6,540	7,540	6,280	10,500	52,940	54,400	27,100	16,600	16,100	10,600	6,920	5,810	18,444
2010	6,090	5,940	10,600	72,800	18,000	25,800	126,000	29,200	18,900	12,500	8,350	10,600	28,732
2011	12,200	7,360	8,190	21,100	45,600	25,800	13,500	13,600	8,810	23,900	62,500	10,600	21,100
2012	18,202	6,620	21,013	6,100	25,000	12,800	12,500	13,900	8,020	7,640	11,200	5,520	12,376
2013	5,520	5,250	4,730	9,610	28,500	33,200	24,300	28,100	18,800	17,200	7,370	7,080	15,800
2014	5,670	7,670	7,780	5,860	11,700	13,300	22,600	22,100	9,240	9,670	6,610	22,624	12,069
MÍNIMO	4,410	2,390	1,350	5,590	11,600	11,300	12,500	11,200	8,020	5,560	6,120	5,230	11,200
MÉDIA	18,202	16,685	21,013	27,919	52,940	47,683	41,184	30,243	22,940	20,618	20,587	22,624	28,553
MÁXIMO	77,900	80,500	201,000	144,000	215,000	205,000	126,000	114,574	72,400	73,600	94,700	149,000	77,600

Notas: Em **vermelho** dados estimados ou duvidosos ANAEm **azul** preenchidos por correlação com o posto Pedra do SalgadoEm **salmão** dados preenchidos com a média do mês

Quadro 8 - Chuvas Médias Mensais (mm) – em Tiririca (01238000)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1962	34,8	48,5	56,7	186,3	221,5	255,9	163,8	97,2	37,3	63,4	155,1	10,8	1331,3
1963	48,2	137,2	174,8	256,0	384,7	110,4	143,1	99,1	42,9	15,0	37,3	296,0	1744,7
1964	82,1	170,6	329,4	613,5	336,9	150,9	341,1	243,6	125,1	124,1	220,3	82,4	2820,0
1965	79,0	17,2	64,9	196,1	91,7	251,7	111,2	93,9	79,9	93,1	117,2	25,1	1221,0
1966	35,8	160,8	108,6	182,3	536,9	119,4	338,9	130,9	64,9	72,4	100,6	60,6	1912,1
1967	30,9	123,5	97,0	236,6	359,1	379,3	182,9	120,4	80,5	45,3	117,8	136,1	1909,4
1968	155,3	153,1	240,5	133,6	602,0	277,9	145,8	73,7	77,5	31,6	132,0	117,8	2140,8
1969	45,1	111,3	356,2	223,6	431,7	224,9	196,2	145,8	47,6	41,7	48,0	351,3	2223,4
1970	181,4	205,9	80,0	150,2	129,9	89,9	191,5	223,2	23,7	60,5	58,1	9,8	1404,1
1971	111,0	90,4	64,7	413,2	482,4	231,2	329,6	162,5	211,7	97,9	20,8	36,3	2251,7
1972	94,7	42,9	48,4	132,4	439,1	212,6	177,9	106,4	87,9	101,6	4,3	83,6	1531,8
1973	72,2	22,2	152,3	74,1	530,8	468,7	268,1	156,7	151,1	450,9	138,8	33,9	2519,8
1974	110,2	247,8	153,7	419,8	399,2	221,0	148,3	147,9	85,2	109,3	82,4	72,9	2197,7
1975	123,5	45,4	211,6	577,0	530,5	171,8	282,4	210,6	184,1	23,4	19,2	327,0	2706,5
1976	28,4	160,8	186,0	112,4	196,0	117,5	103,3	199,4	52,8	370,6	100,4	63,2	1690,8
1977	46,8	197,6	122,8	254,5	395,6	212,8	123,4	66,8	115,4	252,7	10,6	199,8	1998,8
1978	70,0	133,6	180,4	323,4	340,0	127,6	256,0	198,4	159,8	41,6	88,6	183,6	2103,0
1979	79,6	143,3	66,4	100,4	163,0	295,8	177,0	92,6	106,4	16,2	66,8	76,8	1384,3
1980	161,2	259,9	73,6	72,2	180,6	179,8	106,2	158,6	92,2	115,2	254,3	22,5	1676,3
1981	29,3	89,6	181,9	254,7	154,8	210,6	148,6	58,5	13,8	20,9	63,9	79,0	1305,6
1982	12,2	109,7	25,5	267,8	290,1	382,8	162,8	96,9	225,9	76,8	7,0	22,0	1679,5
1983	32,7	259,9	170,7	163,2	94,5	197,7	169,3	283,9	49,2	81,6	71,0	36,6	1610,3
1984	26,6	69,8	87,7	692,7	257,7	201,2	114,9	129,7	228,2	75,6	66,1	20,1	1970,3
1985	45,3	143,4	159,5	732,7	314,8	146,0	456,0	139,4	81,5	90,3	328,6	126,0	2763,5
1986	46,9	44,2	291,7	238,7	163,2	148,8	193,2	142,2	130,8	258,9	216,8	42,6	1918,0
1987	59,8	70,4	162,8	195,2	199,6	180,3	129,6	105,5	42,9	1,6	63,5	13,9	1225,1
1988	120,8	50,6	259,6	269,8	233,8	344,3	275,3	138,6	70,1	62,1	139,5	348,5	2313,0
1989	93,7	33,8	182,4	237,7	806,6	294,1	231,9	125,3	120,2	195,6	39,9	371,4	2732,6
1990	81,3	18,1	20,5	105,2	162,7	199,3	176,9	161,2	150,2	187,1	23,3	139,5	1425,3

(continua)

Quadro 8 - Chuvas Médias Mensais (mm) – em Tiririca (01238000) (Continuação)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1991	75,8	48,8	154,0	159,1	305,1	307,0	149,9	115,6	93,1	30,2	24,3	18,7	1481,6
1992	84,8	156,1	46,0	38,9	73,5	296,8	152,5	75,9	100,5	8,5	113,1	92,3	1238,9
1993	26,0	31,1	20,1	84,2	244,2	109,8	57,9	235,1	63,8	86,9	36,5	16,2	1011,8
1994	51,5	69,5	64,7	310,3	193,5	345,5	197,2	61,6	101,6	68,7	32,3	20,9	1517,3
1995	9,8	24,6	27,1	210,7	391,6	210,5	161,4	80,7	73,1	1,3	151,3	35,1	1377,2
1996	26,6	108,2	76,8	437,3	134,4	313,3	138,6	182,7	126,8	6,8	202,0	20,2	1773,7
1997	125,5	221,1	164,6	244,6	140,1	165,6	173,4	101,7	20,3	106,2	19,7	60,2	1543,0
1998	71,5	8,8	38,6	181,9	307,7	220,3	260,9	128,1	47,2	28,5	13,7	40,5	1347,7
1999	107,6	49,2	52,8	211,2	360,3	278,6	126,3	275,0	119,8	134,5	197,7	189,8	2102,8
2000	55,2	73,4	60,7	282,3	190,4	165,7	150,9	144,7	225,9	24,3	84,3	70,8	1528,6
2001	75,1	37,8	146,8	131,6	175,0	161,7	162,6	200,3	291,4	221,7	8,2	10,7	1622,9
2002	131,8	29,4	45,1	102,6	275,9	129,4	165,8	122,0	92,4	14,5	43,1	65,7	1217,7
2003	3,3	71,3	223,2	68,7	435,5	197,5	183,6	182,4	166,1	139,8	142,1	3,2	1816,7
2004	477,9	80,2	73,8	187,9	103,0	168,2	218,5	91,7	45,9	54,6	164,9	19,3	1685,9
2005	66,8	166,3	130,0	423,6	220,8	359,9	260,8	87,9	27,3	7,7	160,6	85,9	1997,6
2006	39,9	21,0	30,7	248,2	326,3	417,3	186,5	95,8	206,7	93,4	117,8	24,1	1807,7
2007	29,7	165,3	180,1	184,5	282,1	177,7	159,7	96,3	162,3	65,4	9,2	40,2	1552,5
2008	8,7	104,8	234,5	147,3	251,8	162,3	162,1	177,5	86,8	67,7	46,8	114,3	1564,6
2009	53,1	141,9	41,6	171,0	295,3	163,7	171,7	60,8	94,4	67,2	21,4	12,4	1294,5
2010	114,8	23,3	152,5	520,6	302,1	286,1	525,8	112,3	90,2	94,2	99,6	55,7	2377,2
2011	108,8	42,3	196,7	467,4	427,9	144,5	120,4	124,6	23,5	258,5	252,5	55,7	2222,8
2012	76,3	36,3	24,8	64,6	329,6	178,8	126,9	179,8	68,1	45,5	109,4	0,2	1240,3
2013	23,4	51,7	21,6	288,4	235,0	259,4	225,8	219,4	120,9	192,9	100,0	28,3	1766,8
2014	59,3	157,9	105,1	116,6	222,6	211,5	325,9	162,0	93,0	80,8	148,8	87,1	1770,6
MÍNIMO	3,3	8,8	20,1	38,9	73,5	89,9	57,9	58,5	13,8	1,3	4,3	0,2	1011,8
MÉDIA	76,3	99,7	124,9	247,1	295,3	223,3	196,4	140,1	103,4	95,8	96,1	86,0	1784,4
MÁXIMO	477,9	259,9	356,2	732,7	806,6	468,7	525,8	283,9	291,4	450,9	328,6	371,4	2820,0

Notas: Em **vermelho** dados estimados ou duvidosos ANAEm **azul** preenchidos com os dados do posto Emboacica (01238046)Em **salmao** dados preenchidos com a média do mês

O balanço do reservatório será 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. Assim para a faixa de volumes acumulados que se tenha interesse ele simula a operação devendo-se informar, que falha no atendimento dos volumes regularizados seria aceito.

Nesta simulação considerou-se a liberação a jusante da barragem de 50% da vazão de referência, avaliada em 3,60 m³/s. Optou-se por adotar um percentual maior que o previsto na legislação, para que esta proposta seja mais conservadora, não gerando 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%, e os resultados completos da simulação dos reservatórios estão apresentados no Anexo I, sendo que, um resumo destes resultados estão reunidos nas tabelas e gráficos a seguir apresentados:

BARRAGEM ITAPECERICA – 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%

Quadro 9 - Resultados da Simulação – “Cascata” – Barragem Itapeçerica – Montante

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

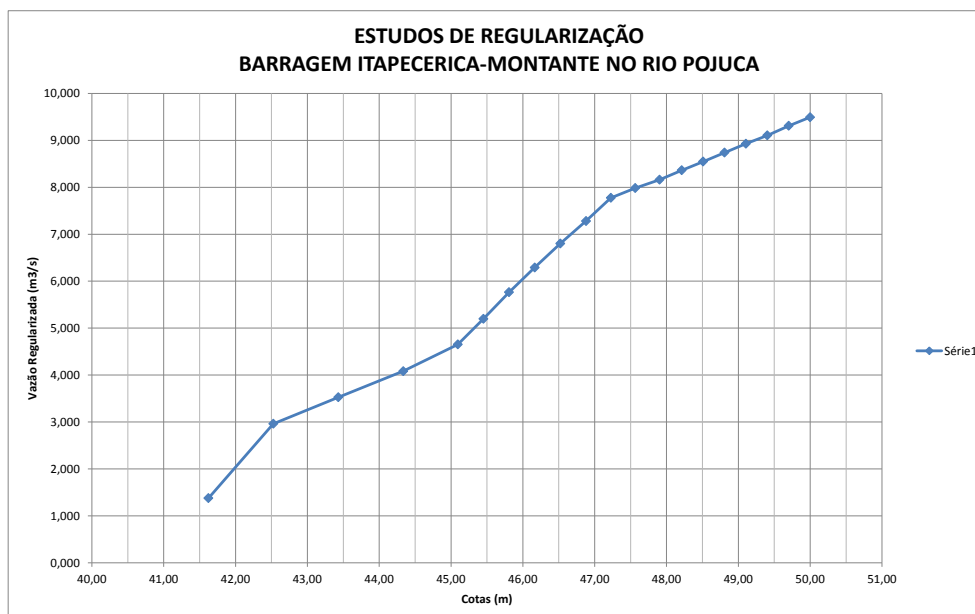


Figura 5 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Cota - Barragem Itapecerica (Montante no rio Pojuca)

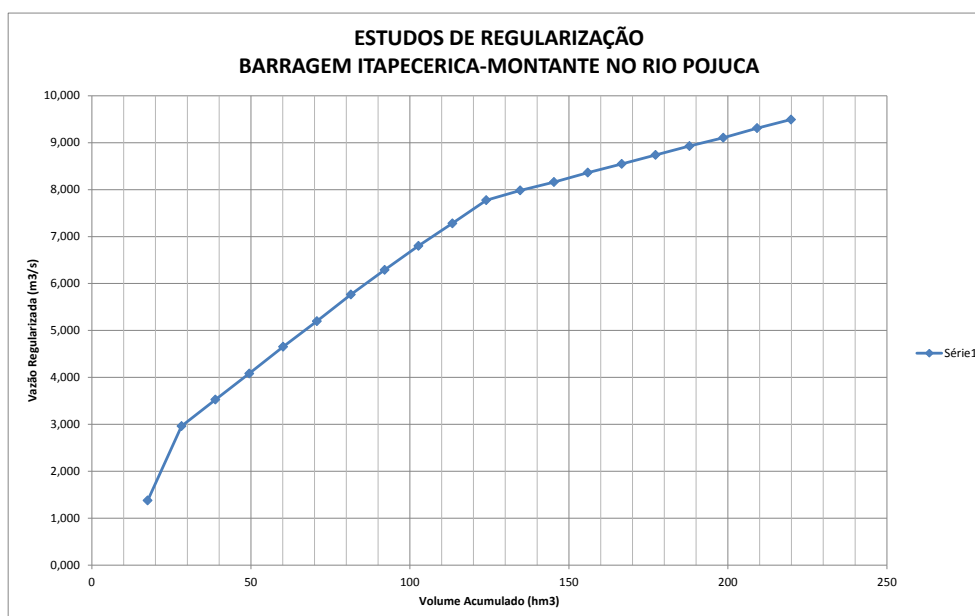


Figura 6 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Volume acumulado - Barragem Itapecerica (Montante no rio Pojuca)

BARRAGEM ITAPECERICA – JUSANTE

Para a Barragem Itapecerica – Jusante analisou-se três alternativas, uma considerando uma barragem mais alta com a cota do N.A. máximo normal na cota 50,0m e outras duas mais baixas, considerando o N.A. máximo normal nas cotas 30,0m e 35,0 m, adotando-se em função destes volumes de acumulação menores, cotas menores para o N.A. mínimo operacional.

ALTERNATIVA 1 – COTA DO N. A. MÁXIMO NORMAL 50,00 m

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%

Quadro 10 - Resultados da Simulação – “Cascata” – Barragem Itapecerica – Jusante

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
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

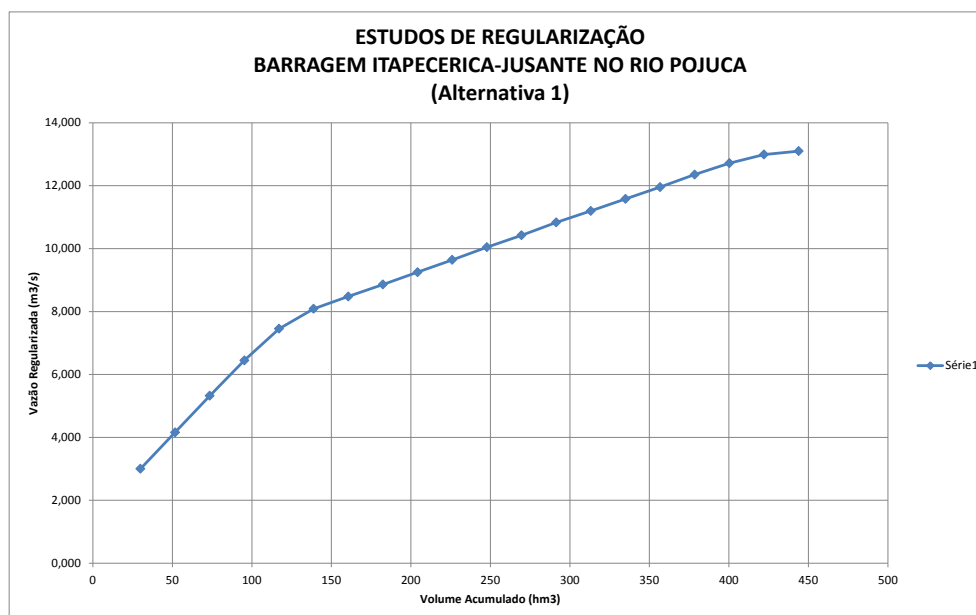


Figura 7 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Volume acumulado - Barragem Itapecerica (Jusante no rio Pojuca – Alternativa 1)

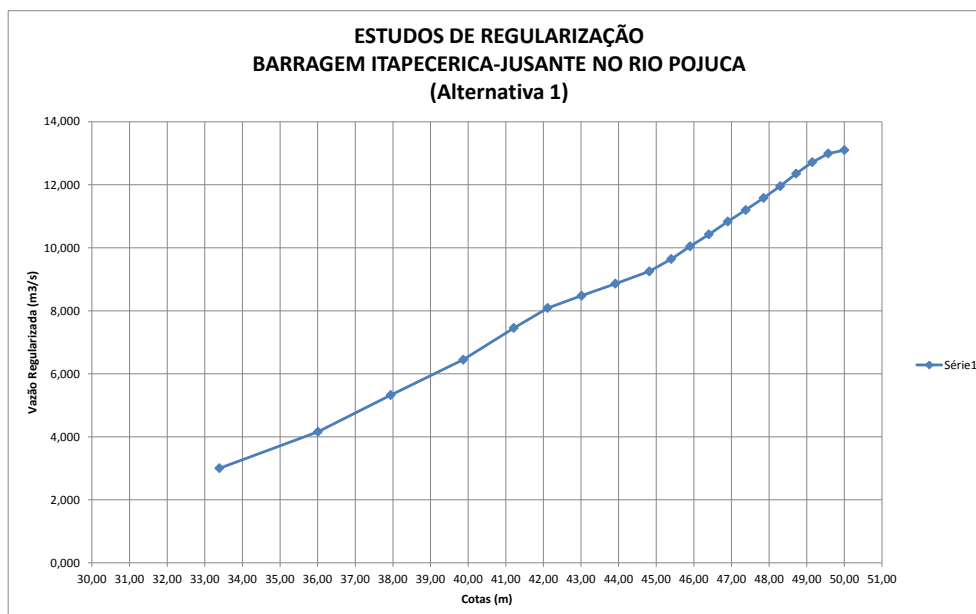


Figura 8 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Cota - Barragem Itapecerica (Jusante no rio Pojuca – Alternativa 1)

ALTERNATIVA 2 – COTA DO N. A. MÁXIMO NORMAL 30,00 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%

Quadro 11 - Resultados da Simulação – “Cascata” – Barragem Itapecerica – Jusante 30,0 m

COTAS (m)	VOLUME ACUMULADO (hm³)	VOLUME REGULARIZADO (hm³/ano)	VAZÃO REGULARIZADA (m³/s)
30,00	8,069	43,412	1,377

Nota: Para esta situação não é possível regularizar, vazões superiores a 1,377 m³/s.

ALTERNATIVA 3 – COTA DO N. A. MÁXIMO NORMAL 35,00 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%

Quadro 12 - Resultados da Simulação – “Cascata” – Barragem Itapecerica – Jusante 35,0 m

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	113,08	3,586
35,00	40,259	119,123	3,777

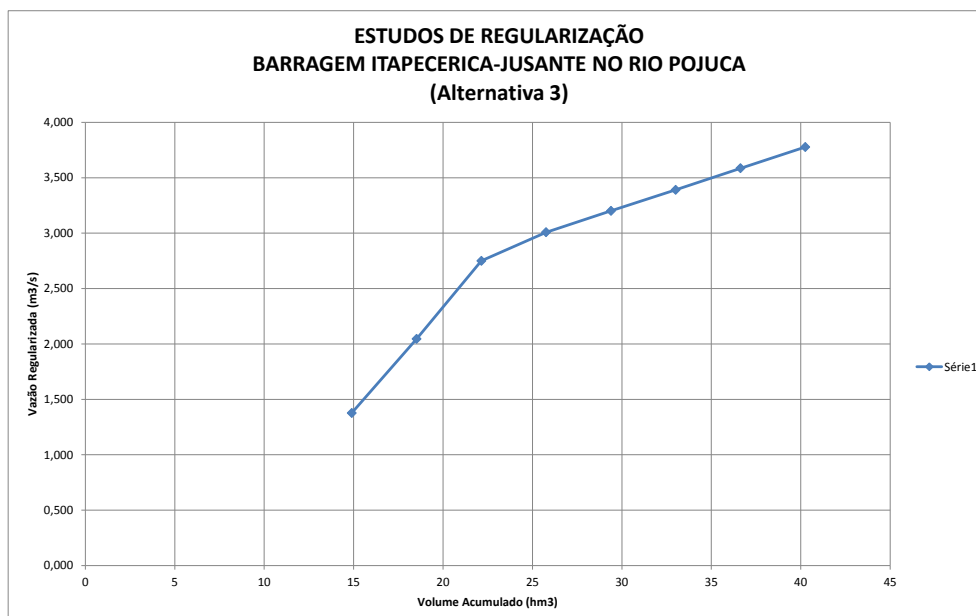


Figura 9 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Volume acumulado - Barragem Itapeçerica (Jusante no rio Pojuca – Alternativa 3)

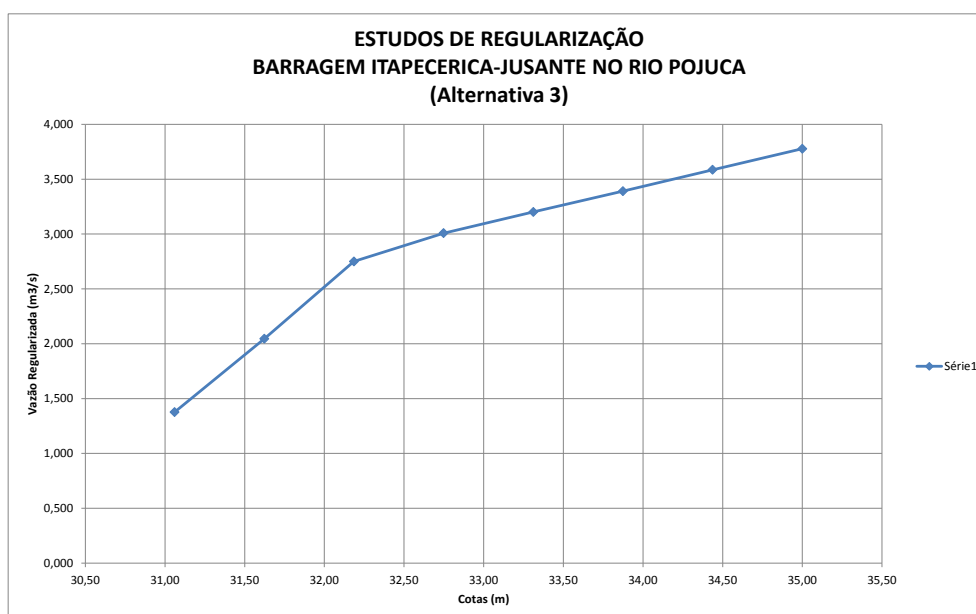


Figura 10 - Estudos de Regularização Vazão Regularidade x Cota - Barragem Itapeçerica (Jusante no rio Pojuca – Alternativa 3)

5 AVALIAÇÃO EXPEDITA DAS CHEIAS DE PROJETO

A cheia de projeto foi avaliada de forma expedita a partir de um gráfico de envoltórias das cheias de projeto já definidas para diversas barragens no Estado da Bahia.

As cheias utilizadas na definição desta envoltória estão apresentadas ao final deste capítulo, cujo gráfico é a seguir apresentado:

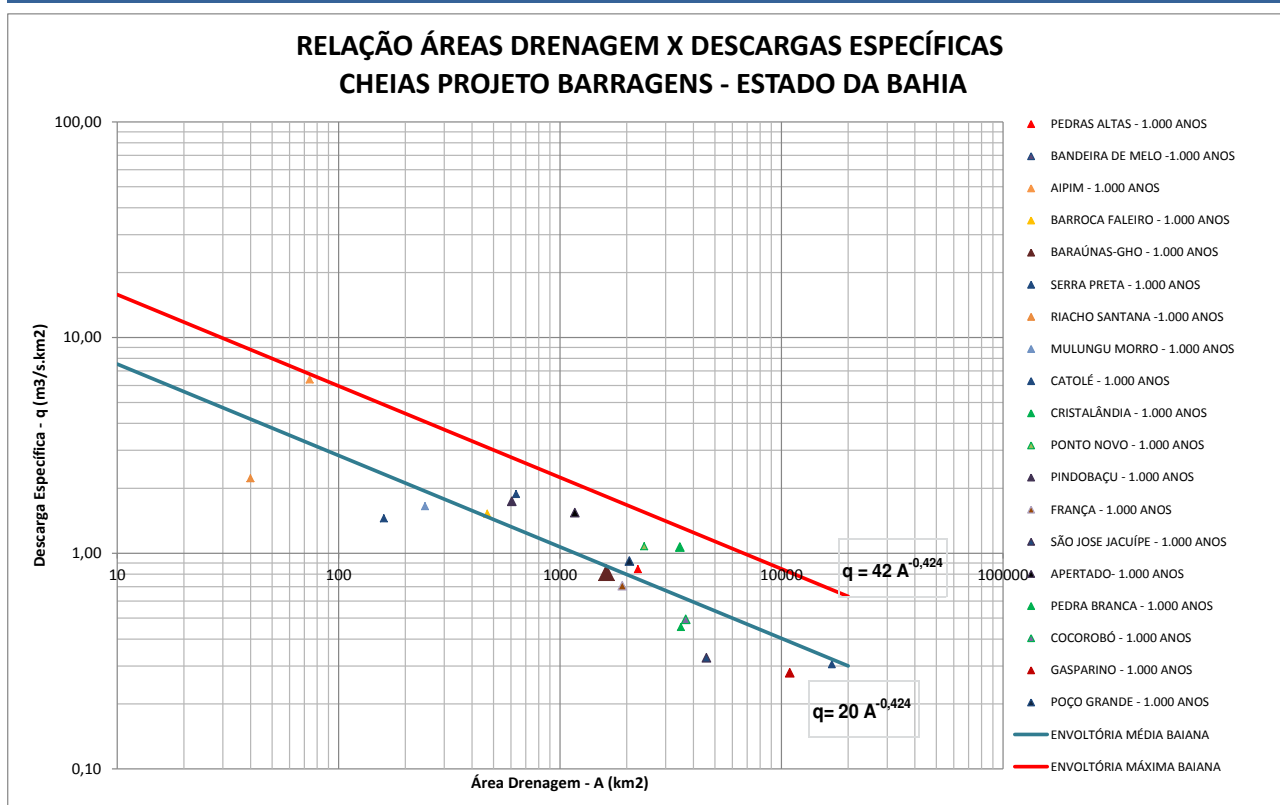


Figura 11 - Relação Áreas Drenagem x Descargas Especificas – Cheias Projeto Barragens – Estado da Bahia

A partir desta relação é de se esperar que a cheia de projeto da Barragem de Itapeceira no rio Pojuca, deva se colocar entre 2.607 m³/s a 5.474 m³/s, podendo-se adotar um valor de 4.000 m³/s para subsidiar o dimensionamento do sangradouro desta Barragem, para o tempo de retorno de 1.000 anos, nesta fase preliminar dos estudos.

Quadro 13 - Cheias de Projeto - barragens do Estado da Bahia

ITEM	BARRAGEM	PROJETISTA	FASE DO EMPREENDIMENTO	ÁREA DRENAGEM (km²)	CHEIA TR=1.000 anos (m³/s)	CHEIA ESPECÍFICA TR=1.000 anos (m³/s.km²)	CHEIA TR=10.000 anos (m³/s)	CHEIA ESPECÍFICA TR=10.000 anos (m³/s.km²)
1	Ponto Novo	HIGESA	Em operação	2400	2582	1,08	3601	1,50
2	Pedras Altas	GEOHIDRO	Em operação	2250	1899	0,84		0,00
3	Pindobaçu	HIGESA	Em operação	605	1053	1,74	1775	2,93
4	Bandeira de Melo	HIGESA	Em operação	16873	5153	0,31	6803	0,40
5	Aipim	GEOHIDRO	Em operação	74	473	6,39	682	9,21
6	Barroca do Faleiro	UFC	Projeto	469,45	716	1,53	970	2,07
7	Baraúnas - SRH	GEOHIDRO	Projeto	1621	880	0,54	1260	0,78
8	Baraúnas - GHQ	GEOHIDRO	Projeto	1621	1314	0,81	2075	1,28
9	Baraúnas - NSP	GEOHIDRO	Projeto	1621	1000	0,62	1400	0,86
10	Serra Preta	UFC	Em operação	160	232,3	1,45	299,3	1,87
11	Riacho de Santana	GEOTECHNIQUE	Em operação	40	88,94	2,22		0,00
12	Mulungu do Morro	GEOTECHNIQUE	Em operação	245,4	405,14	1,65		0,00
13	Catolé	HIGESA	Projeto	633	1190	1,88	1890	2,99
14	Zabumbão		Em operação	550	583	1,06	816	1,48
15	Cristalândia	GEOHIDRO	Em operação	3518	1600	0,45	2400	0,68
16	Colônia	GEOHIDRO	Projeto	2307	2857,46	1,24		0,00
17	Lagoa da Torta	HIGESA	Em operação	1000	1011,5	1,01		0,00
18	França		Em operação	1910	1350	0,71		0,00
19	São José Jacuípe	GEOTÉCNICA	Em operação	4584	1500	0,33		0,00
20	Apertado		Em operação	1166	1796	1,54		0,00
21	Pedra Branca		Projeto	3476	3712	1,07		0,00
22	Cocorobó	DNOCS	Em operação	3699	1824	0,49		0,00
23	Gasparino	HIGESA	Em operação	10912	3043	0,28	4624	0,42
24	Poço Grande		Projeto	2056	1890	0,92		0,00

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta avaliação expedita da disponibilidade hídrica do rio Pojuca no sítio de Itapecerica permitiu quantificar as vazões que poderiam ser extraídas a fio d' água (sem barragem) e com barragem de regularização, quando foram analisados diferentes eixos e alturas de barragem, para atender as demandas do SIAA da Região Metropolitana de Salvador.

Sem barragem de acumulação seria possível dispor de uma vazão de 1,86 m³/s em 100% do tempo. Já com a implantação de uma barragem de regularização, poderia se atender até 13,101 m³/s, com uma garantia de 100%, para uma barragem com a cota do N.A. máximo normal na cota 50,0 m, quando acumularia 443,897 hm³.

O atual estudo não dispensa que em etapas futuras esta Barragem seja estudada, considerando principalmente a definição de uma relação cota x área x volume definida com melhor precisão e que sejam procedidos estudos hidrológicos mais completos.

7 ANEXOS

'Regularização da Barragem Itapecerica no rio Pojuca'

1

53

1962

'Bar. Itapecerica-Montante'

1

'vcbi6214.DSC'

'pti6214.PLU'

9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312

8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33

0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.

0.90 90.4 79.5 83.4 70.5 69.6 72.3 79.1 85.1 85.2 87.8 83.2 88.2

4 0.83897168 0.28042905 -0.00143994 0.00000878 -0.00000002

219.8466 6.8869 100. 1. 0. 1. 40

20 40 2 3 4

1. 20

Programa CASCATA - Capacidade de Reservatórios

Desenvolvido no IPH/UFRGS - Prof. A. E. LANNA

Regularização da Barragem Itapecerica no rio Pojuca

NUMERO DE ANOS DE ANALISE 53

ANO INICIAL 1962

Bar. Itapecerica-Montante

SAZONALIDADE DA DEMANDA TOTAL ANUAL (%)

8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33

SAZONALIDADE DA DESCARGA DE RETORNO (%)

.00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00

DESCARGA MINIMA MANTIDA PARA JUSANTE (Hm3/mês)

9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33

VAZOES AFLUENTES BACIA INCREMENTAL (Hm3/mês)

COEFICIENTE DE CORRECAO ADOTADO : 1.000

11.81 5.78 22.10 31.62 82.23 70.76 83.30 46.07 25.87 22.58 47.17 21.21

13.34 44.76 21.43 26.18 173.02 57.02 57.05 31.34 21.28 14.89 19.78 71.51

200.08 126.03 121.06 373.25 417.83 191.81 242.40 306.88 87.09 98.57 86.74 98.38

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 47.14 | 37.50 | 31.87 | 53.14 | 37.77 | 55.21 | 48.48 | 47.94 | 33.44 | 37.77 | 44.06 | 26.03 |
| 15.40 | 43.55 | 40.44 | 121.31 | 340.16 | 216.17 | 162.31 | 93.21 | 66.10 | 51.43 | 42.77 | 84.37 |
| 29.73 | 26.61 | 31.34 | 57.28 | 167.67 | 251.68 | 170.88 | 76.60 | 64.28 | 44.46 | 92.02 | 70.17 |
| 122.94 | 88.70 | 321.41 | 89.68 | 575.86 | 531.36 | 176.51 | 109.01 | 77.76 | 69.64 | 142.04 | 154.01 |
| 62.41 | 137.17 | 538.36 | 236.39 | 490.15 | 272.16 | 178.65 | 116.78 | 73.09 | 60.80 | 49.51 | 211.06 |
| 163.11 | 53.46 | 59.46 | 54.69 | 53.84 | 56.76 | 81.18 | 109.46 | 50.06 | 51.14 | 92.39 | 47.35 |
| 36.27 | 24.43 | 25.02 | 49.77 | 116.51 | 155.00 | 182.93 | 76.07 | 90.46 | 53.57 | 37.58 | 28.12 |
| 34.02 | 29.57 | 29.19 | 34.99 | 139.28 | 131.67 | 62.94 | 50.35 | 42.77 | 34.02 | 22.86 | 20.84 |
| 21.94 | 15.34 | 21.59 | 40.18 | 134.19 | 231.98 | 159.36 | 69.64 | 122.60 | 197.13 | 75.95 | 72.58 |
| 42.05 | 56.13 | 57.32 | 81.91 | 417.83 | 149.04 | 116.51 | 91.33 | 71.28 | 58.92 | 68.43 | 46.60 |
| 36.16 | 35.56 | 42.32 | 120.79 | 193.38 | 121.82 | 186.95 | 219.09 | 187.66 | 65.89 | 48.21 | 66.42 |
| 43.66 | 55.37 | 46.87 | 53.40 | 50.09 | 42.51 | 49.01 | 42.32 | 34.73 | 154.54 | 41.47 | 57.05 |
| 43.39 | 39.43 | 33.48 | 52.36 | 197.93 | 121.56 | 93.48 | 52.23 | 44.32 | 129.37 | 46.40 | 81.96 |
| 136.60 | 50.32 | 92.67 | 90.98 | 302.66 | 111.72 | 106.33 | 95.08 | 65.06 | 52.23 | 52.10 | 50.35 |
| 53.30 | 39.92 | 50.35 | 43.03 | 53.30 | 104.46 | 80.08 | 43.12 | 42.25 | 32.68 | 28.25 | 25.69 |
| 39.91 | 201.70 | 70.44 | 28.77 | 38.03 | 41.47 | 38.03 | 32.41 | 35.77 | 26.62 | 40.95 | 22.15 |
| 18.19 | 16.14 | 157.22 | 72.37 | 66.16 | 64.02 | 85.71 | 35.89 | 25.40 | 21.11 | 20.55 | 15.19 |
| 13.42 | 13.57 | 16.77 | 59.94 | 39.91 | 123.59 | 83.51 | 68.64 | 73.48 | 93.21 | 28.77 | 24.88 |
| 28.93 | 43.30 | 32.68 | 62.47 | 36.43 | 36.03 | 38.03 | 55.71 | 28.77 | 29.73 | 29.55 | 25.63 |
| 18.88 | 11.27 | 3.62 | 151.63 | 114.10 | 66.61 | 49.28 | 45.26 | 78.28 | 30.00 | 28.77 | 17.30 |
| 33.48 | 27.34 | 30.00 | 133.23 | 318.73 | 171.59 | 283.91 | 209.45 | 79.32 | 70.98 | 245.46 | 267.57 |
| 86.24 | 45.72 | 62.14 | 110.94 | 167.67 | 109.90 | 152.67 | 87.58 | 99.01 | 108.48 | 190.25 | 118.12 |
| 58.66 | 35.32 | 41.25 | 56.25 | 105.80 | 118.20 | 117.31 | 73.12 | 44.32 | 32.68 | 32.66 | 26.09 |
| 59.73 | 27.56 | 51.96 | 56.51 | 137.94 | 219.54 | 211.33 | 107.67 | 79.32 | 55.71 | 41.99 | 171.15 |
| 54.37 | 28.06 | 57.85 | 161.48 | 455.33 | 290.30 | 273.20 | 185.08 | 146.45 | 161.24 | 135.04 | 399.08 |
| 177.31 | 86.85 | 66.42 | 76.72 | 89.46 | 120.01 | 110.62 | 122.94 | 74.91 | 118.12 | 61.95 | 104.46 |
| 70.17 | 41.13 | 60.00 | 84.24 | 140.88 | 244.17 | 187.22 | 147.31 | 109.38 | 50.35 | 50.54 | 45.53 |
| 40.18 | 166.87 | 74.19 | 39.66 | 35.09 | 63.76 | 96.96 | 72.05 | 47.43 | 36.16 | 31.36 | 51.16 |
| 35.89 | 24.68 | 23.73 | 25.61 | 46.07 | 46.40 | 50.09 | 71.78 | 28.77 | 32.41 | 22.84 | 19.93 |
| 14.52 | 13.11 | 34.02 | 72.84 | 70.17 | 29.29 | 124.28 | 42.32 | 32.14 | 26.14 | 18.95 | 16.50 |
| 14.49 | 9.89 | 12.45 | 39.92 | 60.53 | 67.65 | 46.87 | 30.00 | 21.75 | 16.69 | 28.51 | 40.44 |
| 12.35 | 10.90 | 11.38 | 89.28 | 48.75 | 166.41 | 40.71 | 38.84 | 33.96 | 21.88 | 41.73 | 39.37 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 28.17 | 38.71 | 104.73 | 134.01 | 107.14 | 115.60 | 65.09 | 47.14 | 25.92 | 23.68 | 16.54 | 14.33 |
| 13.58 | 13.50 | 14.06 | 19.85 | 32.94 | 55.47 | 90.80 | 41.78 | 25.92 | 17.03 | 15.86 | 14.01 |
| 13.26 | 11.61 | 13.18 | 14.49 | 109.55 | 51.32 | 46.60 | 152.94 | 42.51 | 52.76 | 108.35 | 117.05 |
| 57.05 | 36.08 | 39.64 | 107.57 | 143.56 | 117.16 | 82.49 | 107.94 | 104.20 | 54.91 | 70.50 | 45.26 |
| 30.27 | 19.89 | 31.61 | 31.88 | 31.07 | 45.36 | 46.60 | 70.44 | 159.67 | 146.78 | 42.25 | 32.94 |
| 106.06 | 46.69 | 26.68 | 29.03 | 57.59 | 52.62 | 53.03 | 59.73 | 38.10 | 30.27 | 21.12 | 22.47 |
| 16.82 | 15.87 | 24.21 | 23.90 | 125.35 | 121.82 | 122.14 | 81.16 | 111.20 | 43.39 | 34.99 | 21.29 |
| 208.65 | 55.62 | 44.19 | 30.07 | 44.46 | 54.17 | 51.96 | 57.85 | 28.51 | 27.59 | 24.36 | 18.61 |
| 18.67 | 45.72 | 21.43 | 66.36 | 175.44 | 187.66 | 217.75 | 74.46 | 40.18 | 30.00 | 27.73 | 26.46 |
| 19.63 | 16.16 | 17.11 | 51.06 | 130.17 | 295.49 | 109.46 | 60.80 | 57.54 | 66.42 | 75.95 | 27.32 |
| 19.80 | 40.36 | 59.19 | 29.03 | 92.40 | 108.35 | 52.76 | 45.53 | 37.84 | 27.05 | 18.20 | 17.89 |
| 16.66 | 16.86 | 37.50 | 38.88 | 64.01 | 65.32 | 74.19 | 60.00 | 34.21 | 27.59 | 17.86 | 49.01 |
| 17.52 | 18.24 | 16.82 | 27.22 | 141.79 | 141.00 | 72.58 | 44.46 | 41.73 | 28.39 | 17.94 | 15.56 |
| 16.31 | 14.37 | 28.39 | 188.70 | 48.21 | 66.87 | 337.48 | 78.21 | 48.99 | 33.48 | 21.64 | 28.39 |
| 32.68 | 17.81 | 21.94 | 54.69 | 122.14 | 66.87 | 36.16 | 36.43 | 22.84 | 64.01 | 162.00 | 28.39 |
| 48.75 | 16.59 | 56.28 | 15.81 | 66.96 | 33.18 | 33.48 | 37.23 | 20.79 | 20.46 | 29.03 | 14.78 |
| 14.78 | 12.70 | 12.67 | 24.91 | 76.33 | 86.05 | 65.09 | 75.26 | 48.73 | 46.07 | 19.10 | 18.96 |
| 15.19 | 18.56 | 20.84 | 15.19 | 31.34 | 34.47 | 60.53 | 59.19 | 23.95 | 25.90 | 17.13 | 60.60 |

CHUVAS SOBRE A SUPERFÍCIE DO RESERVATÓRIO (mm/mês)

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 34.80 | 48.50 | 56.70 | 186.30 | 221.50 | 255.90 | 163.80 | 97.20 | 37.30 | 63.40 | 155.10 | 10.80 |
| 48.20 | 137.20 | 174.80 | 256.00 | 384.70 | 110.40 | 143.10 | 99.10 | 42.90 | 15.00 | 37.30 | 296.00 |
| 82.10 | 170.60 | 329.40 | 613.50 | 336.90 | 150.90 | 341.10 | 243.60 | 125.10 | 124.10 | 220.30 | 82.40 |
| 79.00 | 17.20 | 64.90 | 196.10 | 91.70 | 251.70 | 111.20 | 93.90 | 79.90 | 93.10 | 117.20 | 25.10 |
| 35.80 | 160.80 | 108.60 | 182.30 | 536.90 | 119.40 | 338.90 | 130.90 | 64.90 | 72.40 | 100.60 | 60.60 |
| 30.90 | 123.50 | 97.00 | 236.60 | 359.10 | 379.30 | 182.90 | 120.40 | 80.50 | 45.30 | 117.80 | 136.10 |
| 155.30 | 153.10 | 240.50 | 133.60 | 602.00 | 277.90 | 145.80 | 73.70 | 77.50 | 31.60 | 132.00 | 117.80 |
| 45.10 | 111.30 | 356.20 | 223.60 | 431.70 | 224.90 | 196.20 | 145.80 | 47.60 | 41.70 | 48.00 | 351.30 |
| 181.40 | 205.90 | 80.00 | 150.20 | 129.90 | 89.90 | 191.50 | 223.20 | 23.70 | 60.50 | 58.10 | 9.80 |
| 111.00 | 90.40 | 64.70 | 413.20 | 482.40 | 231.20 | 329.60 | 162.50 | 211.70 | 97.90 | 20.80 | 36.30 |
| 94.70 | 42.90 | 48.40 | 132.40 | 439.10 | 212.60 | 177.90 | 106.40 | 87.90 | 101.60 | 4.30 | 83.60 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 72.20 | 22.20 | 152.30 | 74.10 | 530.80 | 468.70 | 268.10 | 156.70 | 151.10 | 450.90 | 138.80 | 33.90 |
| 110.20 | 247.80 | 153.70 | 419.80 | 399.20 | 221.00 | 148.30 | 147.90 | 85.20 | 109.30 | 82.40 | 72.90 |
| 123.50 | 45.40 | 211.60 | 577.00 | 530.50 | 171.80 | 282.40 | 210.60 | 184.10 | 23.40 | 19.20 | 327.00 |
| 28.40 | 160.80 | 186.00 | 112.40 | 196.00 | 117.50 | 103.30 | 199.40 | 52.80 | 370.60 | 100.40 | 63.20 |
| 46.80 | 197.60 | 122.80 | 254.50 | 395.60 | 212.80 | 123.40 | 66.80 | 115.40 | 252.70 | 10.60 | 199.80 |
| 70.00 | 133.60 | 180.40 | 323.40 | 340.00 | 127.60 | 256.00 | 198.40 | 159.80 | 41.60 | 88.60 | 183.60 |
| 79.60 | 143.30 | 66.40 | 100.40 | 163.00 | 295.80 | 177.00 | 92.60 | 106.40 | 16.20 | 66.80 | 76.80 |
| 161.20 | 259.90 | 73.60 | 72.20 | 180.60 | 179.80 | 106.20 | 158.60 | 92.20 | 115.20 | 254.30 | 22.50 |
| 29.30 | 89.60 | 181.90 | 254.70 | 154.80 | 210.60 | 148.60 | 58.50 | 13.80 | 20.90 | 63.90 | 79.00 |
| 12.20 | 109.70 | 25.50 | 267.80 | 290.10 | 382.80 | 162.80 | 96.90 | 225.90 | 76.80 | 7.00 | 22.00 |
| 32.70 | 259.90 | 170.70 | 163.20 | 94.50 | 197.70 | 169.30 | 283.90 | 49.20 | 81.60 | 71.00 | 36.60 |
| 26.60 | 69.80 | 87.70 | 692.70 | 257.70 | 201.20 | 114.90 | 129.70 | 228.20 | 75.60 | 66.10 | 20.10 |
| 45.30 | 143.40 | 159.50 | 732.70 | 314.80 | 146.00 | 456.00 | 139.40 | 81.50 | 90.30 | 328.60 | 126.00 |
| 46.90 | 44.20 | 291.70 | 238.70 | 163.20 | 148.80 | 193.20 | 142.20 | 130.80 | 258.90 | 216.80 | 42.60 |
| 59.80 | 70.40 | 162.80 | 195.20 | 199.60 | 180.30 | 129.60 | 105.50 | 42.90 | 1.60 | 63.50 | 13.90 |
| 120.80 | 50.60 | 259.60 | 269.80 | 233.80 | 344.30 | 275.30 | 138.60 | 70.10 | 62.10 | 139.50 | 348.50 |
| 93.70 | 33.80 | 182.40 | 237.70 | 806.60 | 294.10 | 231.90 | 125.30 | 120.20 | 195.60 | 39.90 | 371.40 |
| 81.30 | 18.10 | 20.50 | 105.20 | 162.70 | 199.30 | 176.90 | 161.20 | 150.20 | 187.10 | 23.30 | 139.50 |
| 75.80 | 48.80 | 154.00 | 159.10 | 305.10 | 307.00 | 149.90 | 115.60 | 93.10 | 30.20 | 24.30 | 18.70 |
| 84.80 | 156.10 | 46.00 | 38.90 | 73.50 | 296.80 | 152.50 | 75.90 | 100.50 | 8.50 | 113.10 | 92.30 |
| 26.00 | 31.10 | 20.10 | 84.20 | 244.20 | 109.80 | 57.90 | 235.10 | 63.80 | 86.90 | 36.50 | 16.20 |
| 51.50 | 69.50 | 64.70 | 310.30 | 193.50 | 345.50 | 197.20 | 61.60 | 101.60 | 68.70 | 32.30 | 20.90 |
| 9.80 | 24.60 | 27.10 | 210.70 | 391.60 | 210.50 | 161.40 | 80.70 | 73.10 | 1.30 | 151.30 | 35.10 |
| 26.60 | 108.20 | 76.80 | 437.30 | 134.40 | 313.30 | 138.60 | 182.70 | 126.80 | 6.80 | 202.00 | 20.20 |
| 125.50 | 221.10 | 164.60 | 244.60 | 140.10 | 165.60 | 173.40 | 101.70 | 20.30 | 106.20 | 19.70 | 60.20 |
| 71.50 | 8.80 | 38.60 | 181.90 | 307.70 | 220.30 | 260.90 | 128.10 | 47.20 | 28.50 | 13.70 | 40.50 |
| 107.60 | 49.20 | 52.80 | 211.20 | 360.30 | 278.60 | 126.30 | 275.00 | 119.80 | 134.50 | 197.70 | 189.80 |
| 55.20 | 73.40 | 60.70 | 282.30 | 190.40 | 165.70 | 150.90 | 144.70 | 225.90 | 24.30 | 84.30 | 70.80 |
| 75.10 | 37.80 | 146.80 | 131.60 | 175.00 | 161.70 | 162.60 | 200.30 | 291.40 | 221.70 | 8.20 | 10.70 |
| 131.80 | 29.40 | 45.10 | 102.60 | 275.90 | 129.40 | 165.80 | 122.00 | 92.40 | 14.50 | 43.10 | 65.70 |
| 3.30 | 71.30 | 223.20 | 68.70 | 435.50 | 197.50 | 183.60 | 182.40 | 166.10 | 139.80 | 142.10 | 3.20 |
| 477.90 | 80.20 | 73.80 | 187.90 | 103.00 | 168.20 | 218.50 | 91.70 | 45.90 | 54.60 | 164.90 | 19.30 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 66.80 | 166.30 | 130.00 | 423.60 | 220.80 | 359.90 | 260.80 | 87.90 | 27.30 | 7.70 | 160.60 | 85.90 |
| 39.90 | 21.00 | 30.70 | 248.20 | 326.30 | 417.30 | 186.50 | 95.80 | 206.70 | 93.40 | 117.80 | 24.10 |
| 29.70 | 165.30 | 180.10 | 184.50 | 282.10 | 177.70 | 159.70 | 96.30 | 162.30 | 65.40 | 9.20 | 40.20 |
| 8.70 | 104.80 | 234.50 | 147.30 | 251.80 | 162.30 | 162.10 | 177.50 | 86.80 | 67.70 | 46.80 | 114.30 |
| 53.10 | 141.90 | 41.60 | 171.00 | 295.30 | 163.70 | 171.70 | 60.80 | 94.40 | 67.20 | 21.40 | 12.40 |
| 114.80 | 23.30 | 152.50 | 520.60 | 302.10 | 286.10 | 525.80 | 112.30 | 90.20 | 94.20 | 99.60 | 55.70 |
| 108.80 | 42.30 | 196.70 | 467.40 | 427.90 | 144.50 | 120.40 | 124.60 | 23.50 | 258.50 | 252.50 | 55.70 |
| 76.30 | 36.30 | 24.80 | 64.60 | 329.60 | 178.80 | 126.90 | 179.80 | 68.10 | 45.50 | 109.40 | .20 |
| 23.40 | 51.70 | 21.60 | 288.40 | 235.00 | 259.40 | 225.80 | 219.40 | 120.90 | 192.90 | 100.00 | 28.30 |
| 59.30 | 157.90 | 105.10 | 116.60 | 222.60 | 211.50 | 325.90 | 162.00 | 93.00 | 80.80 | 148.80 | 87.10 |

TAXA SAZONAL DE EVAPORACAO (mm/mês)
COEFICIENTE DE CORRECAO ADOTADO : .900

90.40 79.50 83.40 70.50 69.60 72.30 79.10 85.10 85.20 87.80 83.20 88.20

POLINOMIO AREA VS. VOLUME

AREA(KM2) = .0000007300 + .4013527000 * VOL +
+ -.0024150100 *VOL**2 + .0000084700*VOL**3 +
+ -.0000000100 * VOL**4 (VOL EM HM3)

ARMAZENAMENTO INICIAL = 100.000 % CAPACIDADE
TOLERANCIA PARA ARMAZENAMENTO MINIMO = 1.000

Bar. Itapecerica-Montante

PARAMETROS BASICOS EM HM3/ANO

PRODUCAO ANUAL FIO D'AGUA : 43.407

PRODUCAO MEDIA ANUAL : 903.655

ACUMULACAO MINIMA : -784.486

ACUMULACAO MAXIMA : 6509.387

MAXIMA CAPACIDADE UTIL : 7293.873

VOLUME MORTO : 14.281

MES CRITICO : 267

FUNCAO REGULARIZACAO

PERCENTUAL TOLERADO DE FALHAS : .00 (ERRO < 10.00%)

| CAPACIDADE
(HM3) | PRODUCAO ANUAL
(HM3/ANO) | EVAP.EFETIVA MEDIA
(HM3/ANO) | VERT. MEDIO
(HM3/ANO) | FINAL PER. CRIT
(MES) | FALHAS ARM. MIN
(%) |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|

| | | | | | | |
|------|------|------|------|-----|------|------|
| 227. | 299. | 4.80 | 488. | 448 | .000 | 14.8 |
| 217. | 293. | 4.63 | 494. | 448 | .000 | 14.4 |
| 206. | 287. | 4.47 | 501. | 448 | .000 | 15.0 |
| 195. | 281. | 4.31 | 506. | 448 | .000 | 14.5 |
| 185. | 275. | 4.16 | 513. | 448 | .000 | 14.4 |
| 174. | 269. | 4.01 | 519. | 448 | .000 | 14.3 |
| 163. | 263. | 3.86 | 525. | 448 | .000 | 14.9 |
| 153. | 257. | 3.72 | 531. | 448 | .000 | 14.8 |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|-----|------|------|
| 142. | 251. | 3.57 | 538. | 448 | .000 | 14.7 |
| 131. | 244. | 3.41 | 544. | 448 | .000 | 14.3 |
| 121. | 228. | 3.27 | 561. | 448 | .000 | 14.8 |
| 110. | 213. | 3.12 | 576. | 448 | .000 | 14.3 |
| 99.4 | 197. | 2.96 | 592. | 448 | .000 | 14.6 |
| 88.8 | 181. | 2.78 | 609. | 448 | .000 | 14.4 |
| 78.2 | 163. | 2.59 | 627. | 448 | .000 | 14.3 |
| 67.5 | 145. | 2.37 | 645. | 448 | .000 | 14.4 |
| 56.9 | 127. | 2.12 | 663. | 448 | .000 | 14.5 |
| 46.2 | 110. | 1.83 | 681. | 448 | .000 | 14.3 |
| 35.6 | 92.1 | 1.50 | 699. | 448 | .000 | 14.5 |
| 24.9 | 43.4 | 1.14 | 750. | 267 | .000 | 14.4 |

FUNCAO AJUSTADA PARA CURVA DE REGULARIZACAO
COM TOLERANCIA DE FALHA = .000

$Y = -2.2683E-02 +$

$+ (23.48) * X ** 1$

$+ (-657.6) * X ** 2$

$+ (7183.) * X ** 3$

SENDO $Y = (PRODUCAO ANUAL - 43.41) / 903.7$

$X = (CAPACIDADE - 14.28) / 7294.)$

COEFICIENTE DE DETERMINACAO = .9963

DESVIO PADRAO DOS RESIDUOS = .5483E-02

ESTIMATIVAS COM MODELO AJUSTADO

CAPACIDADE UTIL PROD. ANUAL OBS. PRO. ANUAL CAL.

227.179 299.041 297.388

| | | |
|---------|---------|---------|
| 216.534 | 293.222 | 292.762 |
| 205.889 | 286.809 | 287.905 |
| 195.244 | 281.046 | 282.695 |
| 184.599 | 275.089 | 277.012 |
| 173.955 | 269.068 | 270.735 |
| 163.310 | 262.649 | 263.742 |
| 152.665 | 256.677 | 255.912 |
| 142.020 | 250.696 | 247.125 |
| 131.375 | 244.212 | 237.259 |
| 120.730 | 228.082 | 226.193 |
| 110.085 | 213.244 | 213.806 |
| 99.440 | 197.233 | 199.978 |
| 88.795 | 180.691 | 184.586 |
| 78.151 | 162.983 | 167.510 |
| 67.506 | 145.076 | 148.629 |
| 56.861 | 127.310 | 127.822 |
| 46.216 | 109.997 | 104.967 |
| 35.571 | 92.066 | 79.945 |
| 24.926 | 43.412 | 52.632 |

FUNCAO AJUSTADA PARA CURVA DE REGULARIZACAO
COM TOLERANCIA DE FALHA = .000

$Y = -2.1176E-02 +$

$+ (22.67) * X ** 1$

$+ (-545.7) * X ** 2$

$+ (1597.) * X ** 3$

$+ (9.1135E+04) * X ** 4$

SENDO $Y = (PRODUCAO ANUAL - 43.41) / 903.7$

$$X = (\text{CAPACIDADE} - 14.28 / 7294.)$$

COEFICIENTE DE DETERMINACAO = .9964

DESVIO PADRAO DOS RESIDUOS = .5652E-02

ESTIMATIVAS COM MODELO AJUSTADO

CAPACIDADE UTIL PROD. ANUAL OBS. PRO. ANUAL CAL.

| | | |
|---------|---------|---------|
| 227.179 | 299.041 | 297.884 |
| 216.534 | 293.222 | 292.736 |
| 205.889 | 286.809 | 287.617 |
| 195.244 | 281.046 | 282.336 |
| 184.599 | 275.089 | 276.708 |
| 173.955 | 269.068 | 270.559 |
| 163.310 | 262.649 | 263.722 |
| 152.665 | 256.677 | 256.041 |
| 142.020 | 250.696 | 247.368 |
| 131.375 | 244.212 | 237.563 |
| 120.730 | 228.082 | 226.497 |
| 110.085 | 213.244 | 214.049 |
| 99.440 | 197.233 | 200.106 |
| 88.795 | 180.691 | 184.566 |
| 78.151 | 162.983 | 167.334 |
| 67.506 | 145.076 | 148.325 |
| 56.861 | 127.310 | 127.463 |
| 46.216 | 109.997 | 104.680 |
| 35.571 | 92.066 | 79.919 |
| 24.926 | 43.412 | 53.129 |

'Regularização da Barragem Itapecerica no rio Pojuca'

1

53

1962

'Bar. Itapecerica - Jusante'

1

'vcbi6214.DSC'

'pti6214.PLU'

9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312

8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33

0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.

0.90 90.4 79.5 83.4 70.5 69.6 72.3 79.1 85.1 85.2 87.8 83.2 88.2

3 2.14366370 0.12491484 -0.00000010 -0.00000003

443.8966 8.0964 100. 1. 0. 1. 40

20 40 2 3 4

1. 20

Programa CASCATA - Capacidade de Reservatórios
Desenvolvido no IPH/UFRGS - Prof. A. E. LANNA

Regularização da Barragem Itapecerica no rio Pojuca

NUMERO DE ANOS DE ANALISE 53
ANO INICIAL 1962

Bar. Itapecerica - Jusante

SAZONALIDADE DA DEMANDA TOTAL ANUAL (%)

8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33

SAZONALIDADE DA DESCARGA DE RETORNO (%)

.00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00

DESCARGA MINIMA MANTIDA PARA JUSANTE (Hm3/mês)

9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33

VAZOES AFLUENTES BACIA INCREMENTAL (Hm3/mês)

COEFICIENTE DE CORRECAO ADOTADO : 1.000

11.81 5.78 22.10 31.62 82.23 70.76 83.30 46.07 25.87 22.58 47.17 21.21
13.34 44.76 21.43 26.18 173.02 57.02 57.05 31.34 21.28 14.89 19.78 71.51
200.08 126.03 121.06 373.25 417.83 191.81 242.40 306.88 87.09 98.57 86.74 98.38

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 47.14 | 37.50 | 31.87 | 53.14 | 37.77 | 55.21 | 48.48 | 47.94 | 33.44 | 37.77 | 44.06 | 26.03 |
| 15.40 | 43.55 | 40.44 | 121.31 | 340.16 | 216.17 | 162.31 | 93.21 | 66.10 | 51.43 | 42.77 | 84.37 |
| 29.73 | 26.61 | 31.34 | 57.28 | 167.67 | 251.68 | 170.88 | 76.60 | 64.28 | 44.46 | 92.02 | 70.17 |
| 122.94 | 88.70 | 321.41 | 89.68 | 575.86 | 531.36 | 176.51 | 109.01 | 77.76 | 69.64 | 142.04 | 154.01 |
| 62.41 | 137.17 | 538.36 | 236.39 | 490.15 | 272.16 | 178.65 | 116.78 | 73.09 | 60.80 | 49.51 | 211.06 |
| 163.11 | 53.46 | 59.46 | 54.69 | 53.84 | 56.76 | 81.18 | 109.46 | 50.06 | 51.14 | 92.39 | 47.35 |
| 36.27 | 24.43 | 25.02 | 49.77 | 116.51 | 155.00 | 182.93 | 76.07 | 90.46 | 53.57 | 37.58 | 28.12 |
| 34.02 | 29.57 | 29.19 | 34.99 | 139.28 | 131.67 | 62.94 | 50.35 | 42.77 | 34.02 | 22.86 | 20.84 |
| 21.94 | 15.34 | 21.59 | 40.18 | 134.19 | 231.98 | 159.36 | 69.64 | 122.60 | 197.13 | 75.95 | 72.58 |
| 42.05 | 56.13 | 57.32 | 81.91 | 417.83 | 149.04 | 116.51 | 91.33 | 71.28 | 58.92 | 68.43 | 46.60 |
| 36.16 | 35.56 | 42.32 | 120.79 | 193.38 | 121.82 | 186.95 | 219.09 | 187.66 | 65.89 | 48.21 | 66.42 |
| 43.66 | 55.37 | 46.87 | 53.40 | 50.09 | 42.51 | 49.01 | 42.32 | 34.73 | 154.54 | 41.47 | 57.05 |
| 43.39 | 39.43 | 33.48 | 52.36 | 197.93 | 121.56 | 93.48 | 52.23 | 44.32 | 129.37 | 46.40 | 81.96 |
| 136.60 | 50.32 | 92.67 | 90.98 | 302.66 | 111.72 | 106.33 | 95.08 | 65.06 | 52.23 | 52.10 | 50.35 |
| 53.30 | 39.92 | 50.35 | 43.03 | 53.30 | 104.46 | 80.08 | 43.12 | 42.25 | 32.68 | 28.25 | 25.69 |
| 39.91 | 201.70 | 70.44 | 28.77 | 38.03 | 41.47 | 38.03 | 32.41 | 35.77 | 26.62 | 40.95 | 22.15 |
| 18.19 | 16.14 | 157.22 | 72.37 | 66.16 | 64.02 | 85.71 | 35.89 | 25.40 | 21.11 | 20.55 | 15.19 |
| 13.42 | 13.57 | 16.77 | 59.94 | 39.91 | 123.59 | 83.51 | 68.64 | 73.48 | 93.21 | 28.77 | 24.88 |
| 28.93 | 43.30 | 32.68 | 62.47 | 36.43 | 36.03 | 38.03 | 55.71 | 28.77 | 29.73 | 29.55 | 25.63 |
| 18.88 | 11.27 | 3.62 | 151.63 | 114.10 | 66.61 | 49.28 | 45.26 | 78.28 | 30.00 | 28.77 | 17.30 |
| 33.48 | 27.34 | 30.00 | 133.23 | 318.73 | 171.59 | 283.91 | 209.45 | 79.32 | 70.98 | 245.46 | 267.57 |
| 86.24 | 45.72 | 62.14 | 110.94 | 167.67 | 109.90 | 152.67 | 87.58 | 99.01 | 108.48 | 190.25 | 118.12 |
| 58.66 | 35.32 | 41.25 | 56.25 | 105.80 | 118.20 | 117.31 | 73.12 | 44.32 | 32.68 | 32.66 | 26.09 |
| 59.73 | 27.56 | 51.96 | 56.51 | 137.94 | 219.54 | 211.33 | 107.67 | 79.32 | 55.71 | 41.99 | 171.15 |
| 54.37 | 28.06 | 57.85 | 161.48 | 455.33 | 290.30 | 273.20 | 185.08 | 146.45 | 161.24 | 135.04 | 399.08 |
| 177.31 | 86.85 | 66.42 | 76.72 | 89.46 | 120.01 | 110.62 | 122.94 | 74.91 | 118.12 | 61.95 | 104.46 |
| 70.17 | 41.13 | 60.00 | 84.24 | 140.88 | 244.17 | 187.22 | 147.31 | 109.38 | 50.35 | 50.54 | 45.53 |
| 40.18 | 166.87 | 74.19 | 39.66 | 35.09 | 63.76 | 96.96 | 72.05 | 47.43 | 36.16 | 31.36 | 51.16 |
| 35.89 | 24.68 | 23.73 | 25.61 | 46.07 | 46.40 | 50.09 | 71.78 | 28.77 | 32.41 | 22.84 | 19.93 |
| 14.52 | 13.11 | 34.02 | 72.84 | 70.17 | 29.29 | 124.28 | 42.32 | 32.14 | 26.14 | 18.95 | 16.50 |
| 14.49 | 9.89 | 12.45 | 39.92 | 60.53 | 67.65 | 46.87 | 30.00 | 21.75 | 16.69 | 28.51 | 40.44 |
| 12.35 | 10.90 | 11.38 | 89.28 | 48.75 | 166.41 | 40.71 | 38.84 | 33.96 | 21.88 | 41.73 | 39.37 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 28.17 | 38.71 | 104.73 | 134.01 | 107.14 | 115.60 | 65.09 | 47.14 | 25.92 | 23.68 | 16.54 | 14.33 |
| 13.58 | 13.50 | 14.06 | 19.85 | 32.94 | 55.47 | 90.80 | 41.78 | 25.92 | 17.03 | 15.86 | 14.01 |
| 13.26 | 11.61 | 13.18 | 14.49 | 109.55 | 51.32 | 46.60 | 152.94 | 42.51 | 52.76 | 108.35 | 117.05 |
| 57.05 | 36.08 | 39.64 | 107.57 | 143.56 | 117.16 | 82.49 | 107.94 | 104.20 | 54.91 | 70.50 | 45.26 |
| 30.27 | 19.89 | 31.61 | 31.88 | 31.07 | 45.36 | 46.60 | 70.44 | 159.67 | 146.78 | 42.25 | 32.94 |
| 106.06 | 46.69 | 26.68 | 29.03 | 57.59 | 52.62 | 53.03 | 59.73 | 38.10 | 30.27 | 21.12 | 22.47 |
| 16.82 | 15.87 | 24.21 | 23.90 | 125.35 | 121.82 | 122.14 | 81.16 | 111.20 | 43.39 | 34.99 | 21.29 |
| 208.65 | 55.62 | 44.19 | 30.07 | 44.46 | 54.17 | 51.96 | 57.85 | 28.51 | 27.59 | 24.36 | 18.61 |
| 18.67 | 45.72 | 21.43 | 66.36 | 175.44 | 187.66 | 217.75 | 74.46 | 40.18 | 30.00 | 27.73 | 26.46 |
| 19.63 | 16.16 | 17.11 | 51.06 | 130.17 | 295.49 | 109.46 | 60.80 | 57.54 | 66.42 | 75.95 | 27.32 |
| 19.80 | 40.36 | 59.19 | 29.03 | 92.40 | 108.35 | 52.76 | 45.53 | 37.84 | 27.05 | 18.20 | 17.89 |
| 16.66 | 16.86 | 37.50 | 38.88 | 64.01 | 65.32 | 74.19 | 60.00 | 34.21 | 27.59 | 17.86 | 49.01 |
| 17.52 | 18.24 | 16.82 | 27.22 | 141.79 | 141.00 | 72.58 | 44.46 | 41.73 | 28.39 | 17.94 | 15.56 |
| 16.31 | 14.37 | 28.39 | 188.70 | 48.21 | 66.87 | 337.48 | 78.21 | 48.99 | 33.48 | 21.64 | 28.39 |
| 32.68 | 17.81 | 21.94 | 54.69 | 122.14 | 66.87 | 36.16 | 36.43 | 22.84 | 64.01 | 162.00 | 28.39 |
| 48.75 | 16.59 | 56.28 | 15.81 | 66.96 | 33.18 | 33.48 | 37.23 | 20.79 | 20.46 | 29.03 | 14.78 |
| 14.78 | 12.70 | 12.67 | 24.91 | 76.33 | 86.05 | 65.09 | 75.26 | 48.73 | 46.07 | 19.10 | 18.96 |
| 15.19 | 18.56 | 20.84 | 15.19 | 31.34 | 34.47 | 60.53 | 59.19 | 23.95 | 25.90 | 17.13 | 60.60 |

CHUVAS SOBRE A SUPERFÍCIE DO RESERVATÓRIO (mm/mês)

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 34.80 | 48.50 | 56.70 | 186.30 | 221.50 | 255.90 | 163.80 | 97.20 | 37.30 | 63.40 | 155.10 | 10.80 |
| 48.20 | 137.20 | 174.80 | 256.00 | 384.70 | 110.40 | 143.10 | 99.10 | 42.90 | 15.00 | 37.30 | 296.00 |
| 82.10 | 170.60 | 329.40 | 613.50 | 336.90 | 150.90 | 341.10 | 243.60 | 125.10 | 124.10 | 220.30 | 82.40 |
| 79.00 | 17.20 | 64.90 | 196.10 | 91.70 | 251.70 | 111.20 | 93.90 | 79.90 | 93.10 | 117.20 | 25.10 |
| 35.80 | 160.80 | 108.60 | 182.30 | 536.90 | 119.40 | 338.90 | 130.90 | 64.90 | 72.40 | 100.60 | 60.60 |
| 30.90 | 123.50 | 97.00 | 236.60 | 359.10 | 379.30 | 182.90 | 120.40 | 80.50 | 45.30 | 117.80 | 136.10 |
| 155.30 | 153.10 | 240.50 | 133.60 | 602.00 | 277.90 | 145.80 | 73.70 | 77.50 | 31.60 | 132.00 | 117.80 |
| 45.10 | 111.30 | 356.20 | 223.60 | 431.70 | 224.90 | 196.20 | 145.80 | 47.60 | 41.70 | 48.00 | 351.30 |
| 181.40 | 205.90 | 80.00 | 150.20 | 129.90 | 89.90 | 191.50 | 223.20 | 23.70 | 60.50 | 58.10 | 9.80 |
| 111.00 | 90.40 | 64.70 | 413.20 | 482.40 | 231.20 | 329.60 | 162.50 | 211.70 | 97.90 | 20.80 | 36.30 |
| 94.70 | 42.90 | 48.40 | 132.40 | 439.10 | 212.60 | 177.90 | 106.40 | 87.90 | 101.60 | 4.30 | 83.60 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 72.20 | 22.20 | 152.30 | 74.10 | 530.80 | 468.70 | 268.10 | 156.70 | 151.10 | 450.90 | 138.80 | 33.90 |
| 110.20 | 247.80 | 153.70 | 419.80 | 399.20 | 221.00 | 148.30 | 147.90 | 85.20 | 109.30 | 82.40 | 72.90 |
| 123.50 | 45.40 | 211.60 | 577.00 | 530.50 | 171.80 | 282.40 | 210.60 | 184.10 | 23.40 | 19.20 | 327.00 |
| 28.40 | 160.80 | 186.00 | 112.40 | 196.00 | 117.50 | 103.30 | 199.40 | 52.80 | 370.60 | 100.40 | 63.20 |
| 46.80 | 197.60 | 122.80 | 254.50 | 395.60 | 212.80 | 123.40 | 66.80 | 115.40 | 252.70 | 10.60 | 199.80 |
| 70.00 | 133.60 | 180.40 | 323.40 | 340.00 | 127.60 | 256.00 | 198.40 | 159.80 | 41.60 | 88.60 | 183.60 |
| 79.60 | 143.30 | 66.40 | 100.40 | 163.00 | 295.80 | 177.00 | 92.60 | 106.40 | 16.20 | 66.80 | 76.80 |
| 161.20 | 259.90 | 73.60 | 72.20 | 180.60 | 179.80 | 106.20 | 158.60 | 92.20 | 115.20 | 254.30 | 22.50 |
| 29.30 | 89.60 | 181.90 | 254.70 | 154.80 | 210.60 | 148.60 | 58.50 | 13.80 | 20.90 | 63.90 | 79.00 |
| 12.20 | 109.70 | 25.50 | 267.80 | 290.10 | 382.80 | 162.80 | 96.90 | 225.90 | 76.80 | 7.00 | 22.00 |
| 32.70 | 259.90 | 170.70 | 163.20 | 94.50 | 197.70 | 169.30 | 283.90 | 49.20 | 81.60 | 71.00 | 36.60 |
| 26.60 | 69.80 | 87.70 | 692.70 | 257.70 | 201.20 | 114.90 | 129.70 | 228.20 | 75.60 | 66.10 | 20.10 |
| 45.30 | 143.40 | 159.50 | 732.70 | 314.80 | 146.00 | 456.00 | 139.40 | 81.50 | 90.30 | 328.60 | 126.00 |
| 46.90 | 44.20 | 291.70 | 238.70 | 163.20 | 148.80 | 193.20 | 142.20 | 130.80 | 258.90 | 216.80 | 42.60 |
| 59.80 | 70.40 | 162.80 | 195.20 | 199.60 | 180.30 | 129.60 | 105.50 | 42.90 | 1.60 | 63.50 | 13.90 |
| 120.80 | 50.60 | 259.60 | 269.80 | 233.80 | 344.30 | 275.30 | 138.60 | 70.10 | 62.10 | 139.50 | 348.50 |
| 93.70 | 33.80 | 182.40 | 237.70 | 806.60 | 294.10 | 231.90 | 125.30 | 120.20 | 195.60 | 39.90 | 371.40 |
| 81.30 | 18.10 | 20.50 | 105.20 | 162.70 | 199.30 | 176.90 | 161.20 | 150.20 | 187.10 | 23.30 | 139.50 |
| 75.80 | 48.80 | 154.00 | 159.10 | 305.10 | 307.00 | 149.90 | 115.60 | 93.10 | 30.20 | 24.30 | 18.70 |
| 84.80 | 156.10 | 46.00 | 38.90 | 73.50 | 296.80 | 152.50 | 75.90 | 100.50 | 8.50 | 113.10 | 92.30 |
| 26.00 | 31.10 | 20.10 | 84.20 | 244.20 | 109.80 | 57.90 | 235.10 | 63.80 | 86.90 | 36.50 | 16.20 |
| 51.50 | 69.50 | 64.70 | 310.30 | 193.50 | 345.50 | 197.20 | 61.60 | 101.60 | 68.70 | 32.30 | 20.90 |
| 9.80 | 24.60 | 27.10 | 210.70 | 391.60 | 210.50 | 161.40 | 80.70 | 73.10 | 1.30 | 151.30 | 35.10 |
| 26.60 | 108.20 | 76.80 | 437.30 | 134.40 | 313.30 | 138.60 | 182.70 | 126.80 | 6.80 | 202.00 | 20.20 |
| 125.50 | 221.10 | 164.60 | 244.60 | 140.10 | 165.60 | 173.40 | 101.70 | 20.30 | 106.20 | 19.70 | 60.20 |
| 71.50 | 8.80 | 38.60 | 181.90 | 307.70 | 220.30 | 260.90 | 128.10 | 47.20 | 28.50 | 13.70 | 40.50 |
| 107.60 | 49.20 | 52.80 | 211.20 | 360.30 | 278.60 | 126.30 | 275.00 | 119.80 | 134.50 | 197.70 | 189.80 |
| 55.20 | 73.40 | 60.70 | 282.30 | 190.40 | 165.70 | 150.90 | 144.70 | 225.90 | 24.30 | 84.30 | 70.80 |
| 75.10 | 37.80 | 146.80 | 131.60 | 175.00 | 161.70 | 162.60 | 200.30 | 291.40 | 221.70 | 8.20 | 10.70 |
| 131.80 | 29.40 | 45.10 | 102.60 | 275.90 | 129.40 | 165.80 | 122.00 | 92.40 | 14.50 | 43.10 | 65.70 |
| 3.30 | 71.30 | 223.20 | 68.70 | 435.50 | 197.50 | 183.60 | 182.40 | 166.10 | 139.80 | 142.10 | 3.20 |
| 477.90 | 80.20 | 73.80 | 187.90 | 103.00 | 168.20 | 218.50 | 91.70 | 45.90 | 54.60 | 164.90 | 19.30 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 66.80 | 166.30 | 130.00 | 423.60 | 220.80 | 359.90 | 260.80 | 87.90 | 27.30 | 7.70 | 160.60 | 85.90 |
| 39.90 | 21.00 | 30.70 | 248.20 | 326.30 | 417.30 | 186.50 | 95.80 | 206.70 | 93.40 | 117.80 | 24.10 |
| 29.70 | 165.30 | 180.10 | 184.50 | 282.10 | 177.70 | 159.70 | 96.30 | 162.30 | 65.40 | 9.20 | 40.20 |
| 8.70 | 104.80 | 234.50 | 147.30 | 251.80 | 162.30 | 162.10 | 177.50 | 86.80 | 67.70 | 46.80 | 114.30 |
| 53.10 | 141.90 | 41.60 | 171.00 | 295.30 | 163.70 | 171.70 | 60.80 | 94.40 | 67.20 | 21.40 | 12.40 |
| 114.80 | 23.30 | 152.50 | 520.60 | 302.10 | 286.10 | 525.80 | 112.30 | 90.20 | 94.20 | 99.60 | 55.70 |
| 108.80 | 42.30 | 196.70 | 467.40 | 427.90 | 144.50 | 120.40 | 124.60 | 23.50 | 258.50 | 252.50 | 55.70 |
| 76.30 | 36.30 | 24.80 | 64.60 | 329.60 | 178.80 | 126.90 | 179.80 | 68.10 | 45.50 | 109.40 | .20 |
| 23.40 | 51.70 | 21.60 | 288.40 | 235.00 | 259.40 | 225.80 | 219.40 | 120.90 | 192.90 | 100.00 | 28.30 |
| 59.30 | 157.90 | 105.10 | 116.60 | 222.60 | 211.50 | 325.90 | 162.00 | 93.00 | 80.80 | 148.80 | 87.10 |

TAXA SAZONAL DE EVAPORACAO (mm/mês)
COEFICIENTE DE CORRECAO ADOTADO : .900

90.40 79.50 83.40 70.50 69.60 72.30 79.10 85.10 85.20 87.80 83.20 88.20

POLINOMIO AREA VS. VOLUME

AREA(KM2) = 2.1436640000 + .1249148000 * VOL +
+ -.0000001000 *VOL**2 + -.0000000300*VOL**3 +
+ .0000000000 * VOL**4 (VOL EM HM3)

ARMAZENAMENTO INICIAL = 100.000 % CAPACIDADE
TOLERANCIA PARA ARMAZENAMENTO MINIMO = 1.000

Bar. Itapecerica - Jusante

PARAMETROS BASICOS EM HM3/ANO
PRODUCAO ANUAL FIO D'AGUA : 43.407
PRODUCAO MEDIA ANUAL : 903.655
ACUMULACAO MINIMA : -784.486
ACUMULACAO MAXIMA : 6509.387
MAXIMA CAPACIDADE UTIL : 7293.873
VOLUME MORTO : 8.096
MES CRITICO : 267

FUNCAO REGULARIZACAO

PERCENTUAL TOLERADO DE FALHAS : .00 (ERRO < 10.00%)

| CAPACIDADE
(HM3) | PRODUCAO ANUAL
(HM3/ANO) | EVAP.EFETIVA MEDIA
(HM3/ANO) | VERT. MEDIO
(HM3/ANO) | FINAL PER. CRIT
(MES) | FALHAS ARM. MIN
(%) | |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------|
| 444. | 413. | 6.21 | 372. | 448 | .000 | 9.13 |
| 422. | 410. | 5.94 | 376. | 411 | .000 | 9.18 |
| 400. | 401. | 5.70 | 385. | 448 | .000 | 9.17 |
| 379. | 390. | 5.48 | 397. | 448 | .000 | 8.13 |
| 357. | 377. | 5.26 | 409. | 448 | .000 | 9.20 |
| 335. | 365. | 5.03 | 422. | 448 | .000 | 9.17 |
| 313. | 353. | 4.76 | 434. | 448 | .000 | 9.26 |
| 291. | 342. | 4.49 | 446. | 448 | .000 | 8.57 |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|-----|------|------|
| 270. | 329. | 4.20 | 459. | 448 | .000 | 9.42 |
| 248. | 317. | 3.90 | 471. | 448 | .000 | 8.71 |
| 226. | 304. | 3.60 | 484. | 448 | .000 | 9.15 |
| 204. | 292. | 3.30 | 497. | 448 | .000 | 9.15 |
| 182. | 279. | 2.99 | 509. | 448 | .000 | 8.99 |
| 161. | 267. | 2.67 | 522. | 448 | .000 | 8.38 |
| 139. | 255. | 2.35 | 534. | 448 | .000 | 8.24 |
| 117. | 235. | 2.04 | 555. | 448 | .000 | 8.39 |
| 95.3 | 203. | 1.74 | 587. | 448 | .000 | 8.25 |
| 73.5 | 168. | 1.43 | 623. | 448 | .000 | 8.31 |
| 51.7 | 131. | 1.10 | 660. | 448 | .000 | 8.34 |
| 29.9 | 94.7 | .765 | 697. | 448 | .000 | 8.24 |

FUNCAO AJUSTADA PARA CURVA DE REGULARIZACAO
COM TOLERANCIA DE FALHA = .000

$Y = 1.3651E-02 +$

$+ (16.61) * X ** 1$

$+ (-314.5) * X ** 2$

$+ (2520.) * X ** 3$

SENDO $Y = (PRODUCAO ANUAL - 43.41) / 903.7$

$X = (CAPACIDADE - 8.096) / 7294.)$

COEFICIENTE DE DETERMINACAO = .9961

DESVIO PADRAO DOS RESIDUOS = .6974E-02

ESTIMATIVAS COM MODELO AJUSTADO

CAPACIDADE UTIL PROD. ANUAL OBS. PRO. ANUAL CAL.

443.897 413.152 423.324

| | | |
|---------|---------|---------|
| 422.107 | 409.733 | 408.156 |
| 400.317 | 401.009 | 394.836 |
| 378.527 | 389.664 | 382.999 |
| 356.737 | 377.099 | 372.281 |
| 334.947 | 365.176 | 362.318 |
| 313.157 | 353.186 | 352.745 |
| 291.367 | 341.635 | 343.198 |
| 269.577 | 328.738 | 333.313 |
| 247.787 | 316.768 | 322.726 |
| 225.997 | 304.105 | 311.072 |
| 204.206 | 291.714 | 297.988 |
| 182.416 | 279.419 | 283.108 |
| 160.626 | 267.394 | 266.069 |
| 138.836 | 255.088 | 246.507 |
| 117.046 | 235.034 | 224.057 |
| 95.256 | 203.314 | 198.355 |
| 73.466 | 167.852 | 169.037 |
| 51.676 | 131.158 | 135.739 |
| 29.886 | 94.687 | 98.095 |

FUNCAO AJUSTADA PARA CURVA DE REGULARIZACAO
COM TOLERANCIA DE FALHA = .000

$Y = -1.1946E-02 +$

$+ (23.31) * X^{** 1}$
 $+ (-769.3) * X^{** 2}$
 $+ (1.3612E+04) * X^{** 3}$
 $+ (-8.8438E+04) * X^{** 4}$

SENDO $Y = (PRODUCAO ANUAL - 43.41) / 903.7$

$$X = (\text{CAPACIDADE} - 8.096 / 7294.)$$

COEFICIENTE DE DETERMINACAO = .9988

DESVIO PADRAO DOS RESIDUOS = .3927E-02

ESTIMATIVAS COM MODELO AJUSTADO

CAPACIDADE UTIL PROD. ANUAL OBS. PRO. ANUAL CAL.

| | | |
|---------|---------|---------|
| 443.897 | 413.152 | 414.838 |
| 422.107 | 409.733 | 408.593 |
| 400.317 | 401.009 | 399.738 |
| 378.527 | 389.664 | 389.131 |
| 356.737 | 377.099 | 377.479 |
| 334.947 | 365.176 | 365.334 |
| 313.157 | 353.186 | 353.097 |
| 291.367 | 341.635 | 341.014 |
| 269.577 | 328.738 | 329.182 |
| 247.787 | 316.768 | 317.541 |
| 225.997 | 304.105 | 305.882 |
| 204.206 | 291.714 | 293.839 |
| 182.416 | 279.419 | 280.897 |
| 160.626 | 267.394 | 266.387 |
| 138.836 | 255.088 | 249.487 |
| 117.046 | 235.034 | 229.222 |
| 95.256 | 203.314 | 204.464 |
| 73.466 | 167.852 | 173.934 |
| 51.676 | 131.158 | 136.198 |
| 29.886 | 94.687 | 89.670 |

'Regularização da Barragem Itapecerica no rio Pojuca'

1

53

1962

'Bar. Itapecerica - Jusante - NA cota 30'

1

'vcbi6214.DSC'

'pti6214.PLU'

9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312

8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33

0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.

0.90 90.4 79.5 83.4 70.5 69.6 72.3 79.1 85.1 85.2 87.8 83.2 88.2

3 2.14366370 0.12491484 -0.00000010 -0.00000003

8.0694 0.806 100. 1. 0. 1. 40

10 40 2 3 4

1. 20

Programa CASCATA - Capacidade de Reservatórios

Desenvolvido no IPH/UFRGS - Prof. A. E. LANNA

Regularização da Barragem Itapecerica no rio Pojuca

NUMERO DE ANOS DE ANALISE 53

ANO INICIAL 1962

Bar. Itapecerica - Jusante - NA cota 30

SAZONALIDADE DA DEMANDA TOTAL ANUAL (%)

8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33

SAZONALIDADE DA DESCARGA DE RETORNO (%)

.00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00

DESCARGA MINIMA MANTIDA PARA JUSANTE (Hm3/mês)

9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33

VAZOES AFLUENTES BACIA INCREMENTAL (Hm3/mês)

COEFICIENTE DE CORRECAO ADOTADO : 1.000

11.81 5.78 22.10 31.62 82.23 70.76 83.30 46.07 25.87 22.58 47.17 21.21
13.34 44.76 21.43 26.18 173.02 57.02 57.05 31.34 21.28 14.89 19.78 71.51
200.08 126.03 121.06 373.25 417.83 191.81 242.40 306.88 87.09 98.57 86.74 98.38
47.14 37.50 31.87 53.14 37.77 55.21 48.48 47.94 33.44 37.77 44.06 26.03

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 15.40 | 43.55 | 40.44 | 121.31 | 340.16 | 216.17 | 162.31 | 93.21 | 66.10 | 51.43 | 42.77 | 84.37 |
| 29.73 | 26.61 | 31.34 | 57.28 | 167.67 | 251.68 | 170.88 | 76.60 | 64.28 | 44.46 | 92.02 | 70.17 |
| 122.94 | 88.70 | 321.41 | 89.68 | 575.86 | 531.36 | 176.51 | 109.01 | 77.76 | 69.64 | 142.04 | 154.01 |
| 62.41 | 137.17 | 538.36 | 236.39 | 490.15 | 272.16 | 178.65 | 116.78 | 73.09 | 60.80 | 49.51 | 211.06 |
| 163.11 | 53.46 | 59.46 | 54.69 | 53.84 | 56.76 | 81.18 | 109.46 | 50.06 | 51.14 | 92.39 | 47.35 |
| 36.27 | 24.43 | 25.02 | 49.77 | 116.51 | 155.00 | 182.93 | 76.07 | 90.46 | 53.57 | 37.58 | 28.12 |
| 34.02 | 29.57 | 29.19 | 34.99 | 139.28 | 131.67 | 62.94 | 50.35 | 42.77 | 34.02 | 22.86 | 20.84 |
| 21.94 | 15.34 | 21.59 | 40.18 | 134.19 | 231.98 | 159.36 | 69.64 | 122.60 | 197.13 | 75.95 | 72.58 |
| 42.05 | 56.13 | 57.32 | 81.91 | 417.83 | 149.04 | 116.51 | 91.33 | 71.28 | 58.92 | 68.43 | 46.60 |
| 36.16 | 35.56 | 42.32 | 120.79 | 193.38 | 121.82 | 186.95 | 219.09 | 187.66 | 65.89 | 48.21 | 66.42 |
| 43.66 | 55.37 | 46.87 | 53.40 | 50.09 | 42.51 | 49.01 | 42.32 | 34.73 | 154.54 | 41.47 | 57.05 |
| 43.39 | 39.43 | 33.48 | 52.36 | 197.93 | 121.56 | 93.48 | 52.23 | 44.32 | 129.37 | 46.40 | 81.96 |
| 136.60 | 50.32 | 92.67 | 90.98 | 302.66 | 111.72 | 106.33 | 95.08 | 65.06 | 52.23 | 52.10 | 50.35 |
| 53.30 | 39.92 | 50.35 | 43.03 | 53.30 | 104.46 | 80.08 | 43.12 | 42.25 | 32.68 | 28.25 | 25.69 |
| 39.91 | 201.70 | 70.44 | 28.77 | 38.03 | 41.47 | 38.03 | 32.41 | 35.77 | 26.62 | 40.95 | 22.15 |
| 18.19 | 16.14 | 157.22 | 72.37 | 66.16 | 64.02 | 85.71 | 35.89 | 25.40 | 21.11 | 20.55 | 15.19 |
| 13.42 | 13.57 | 16.77 | 59.94 | 39.91 | 123.59 | 83.51 | 68.64 | 73.48 | 93.21 | 28.77 | 24.88 |
| 28.93 | 43.30 | 32.68 | 62.47 | 36.43 | 36.03 | 38.03 | 55.71 | 28.77 | 29.73 | 29.55 | 25.63 |
| 18.88 | 11.27 | 3.62 | 151.63 | 114.10 | 66.61 | 49.28 | 45.26 | 78.28 | 30.00 | 28.77 | 17.30 |
| 33.48 | 27.34 | 30.00 | 133.23 | 318.73 | 171.59 | 283.91 | 209.45 | 79.32 | 70.98 | 245.46 | 267.57 |
| 86.24 | 45.72 | 62.14 | 110.94 | 167.67 | 109.90 | 152.67 | 87.58 | 99.01 | 108.48 | 190.25 | 118.12 |
| 58.66 | 35.32 | 41.25 | 56.25 | 105.80 | 118.20 | 117.31 | 73.12 | 44.32 | 32.68 | 32.66 | 26.09 |
| 59.73 | 27.56 | 51.96 | 56.51 | 137.94 | 219.54 | 211.33 | 107.67 | 79.32 | 55.71 | 41.99 | 171.15 |
| 54.37 | 28.06 | 57.85 | 161.48 | 455.33 | 290.30 | 273.20 | 185.08 | 146.45 | 161.24 | 135.04 | 399.08 |
| 177.31 | 86.85 | 66.42 | 76.72 | 89.46 | 120.01 | 110.62 | 122.94 | 74.91 | 118.12 | 61.95 | 104.46 |
| 70.17 | 41.13 | 60.00 | 84.24 | 140.88 | 244.17 | 187.22 | 147.31 | 109.38 | 50.35 | 50.54 | 45.53 |
| 40.18 | 166.87 | 74.19 | 39.66 | 35.09 | 63.76 | 96.96 | 72.05 | 47.43 | 36.16 | 31.36 | 51.16 |
| 35.89 | 24.68 | 23.73 | 25.61 | 46.07 | 46.40 | 50.09 | 71.78 | 28.77 | 32.41 | 22.84 | 19.93 |
| 14.52 | 13.11 | 34.02 | 72.84 | 70.17 | 29.29 | 124.28 | 42.32 | 32.14 | 26.14 | 18.95 | 16.50 |
| 14.49 | 9.89 | 12.45 | 39.92 | 60.53 | 67.65 | 46.87 | 30.00 | 21.75 | 16.69 | 28.51 | 40.44 |
| 12.35 | 10.90 | 11.38 | 89.28 | 48.75 | 166.41 | 40.71 | 38.84 | 33.96 | 21.88 | 41.73 | 39.37 |
| 28.17 | 38.71 | 104.73 | 134.01 | 107.14 | 115.60 | 65.09 | 47.14 | 25.92 | 23.68 | 16.54 | 14.33 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 13.58 | 13.50 | 14.06 | 19.85 | 32.94 | 55.47 | 90.80 | 41.78 | 25.92 | 17.03 | 15.86 | 14.01 |
| 13.26 | 11.61 | 13.18 | 14.49 | 109.55 | 51.32 | 46.60 | 152.94 | 42.51 | 52.76 | 108.35 | 117.05 |
| 57.05 | 36.08 | 39.64 | 107.57 | 143.56 | 117.16 | 82.49 | 107.94 | 104.20 | 54.91 | 70.50 | 45.26 |
| 30.27 | 19.89 | 31.61 | 31.88 | 31.07 | 45.36 | 46.60 | 70.44 | 159.67 | 146.78 | 42.25 | 32.94 |
| 106.06 | 46.69 | 26.68 | 29.03 | 57.59 | 52.62 | 53.03 | 59.73 | 38.10 | 30.27 | 21.12 | 22.47 |
| 16.82 | 15.87 | 24.21 | 23.90 | 125.35 | 121.82 | 122.14 | 81.16 | 111.20 | 43.39 | 34.99 | 21.29 |
| 208.65 | 55.62 | 44.19 | 30.07 | 44.46 | 54.17 | 51.96 | 57.85 | 28.51 | 27.59 | 24.36 | 18.61 |
| 18.67 | 45.72 | 21.43 | 66.36 | 175.44 | 187.66 | 217.75 | 74.46 | 40.18 | 30.00 | 27.73 | 26.46 |
| 19.63 | 16.16 | 17.11 | 51.06 | 130.17 | 295.49 | 109.46 | 60.80 | 57.54 | 66.42 | 75.95 | 27.32 |
| 19.80 | 40.36 | 59.19 | 29.03 | 92.40 | 108.35 | 52.76 | 45.53 | 37.84 | 27.05 | 18.20 | 17.89 |
| 16.66 | 16.86 | 37.50 | 38.88 | 64.01 | 65.32 | 74.19 | 60.00 | 34.21 | 27.59 | 17.86 | 49.01 |
| 17.52 | 18.24 | 16.82 | 27.22 | 141.79 | 141.00 | 72.58 | 44.46 | 41.73 | 28.39 | 17.94 | 15.56 |
| 16.31 | 14.37 | 28.39 | 188.70 | 48.21 | 66.87 | 337.48 | 78.21 | 48.99 | 33.48 | 21.64 | 28.39 |
| 32.68 | 17.81 | 21.94 | 54.69 | 122.14 | 66.87 | 36.16 | 36.43 | 22.84 | 64.01 | 162.00 | 28.39 |
| 48.75 | 16.59 | 56.28 | 15.81 | 66.96 | 33.18 | 33.48 | 37.23 | 20.79 | 20.46 | 29.03 | 14.78 |
| 14.78 | 12.70 | 12.67 | 24.91 | 76.33 | 86.05 | 65.09 | 75.26 | 48.73 | 46.07 | 19.10 | 18.96 |
| 15.19 | 18.56 | 20.84 | 15.19 | 31.34 | 34.47 | 60.53 | 59.19 | 23.95 | 25.90 | 17.13 | 60.60 |

CHUVAS SOBRE A SUPERFÍCIE DO RESERVATÓRIO (mm/mês)

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 34.80 | 48.50 | 56.70 | 186.30 | 221.50 | 255.90 | 163.80 | 97.20 | 37.30 | 63.40 | 155.10 | 10.80 |
| 48.20 | 137.20 | 174.80 | 256.00 | 384.70 | 110.40 | 143.10 | 99.10 | 42.90 | 15.00 | 37.30 | 296.00 |
| 82.10 | 170.60 | 329.40 | 613.50 | 336.90 | 150.90 | 341.10 | 243.60 | 125.10 | 124.10 | 220.30 | 82.40 |
| 79.00 | 17.20 | 64.90 | 196.10 | 91.70 | 251.70 | 111.20 | 93.90 | 79.90 | 93.10 | 117.20 | 25.10 |
| 35.80 | 160.80 | 108.60 | 182.30 | 536.90 | 119.40 | 338.90 | 130.90 | 64.90 | 72.40 | 100.60 | 60.60 |
| 30.90 | 123.50 | 97.00 | 236.60 | 359.10 | 379.30 | 182.90 | 120.40 | 80.50 | 45.30 | 117.80 | 136.10 |
| 155.30 | 153.10 | 240.50 | 133.60 | 602.00 | 277.90 | 145.80 | 73.70 | 77.50 | 31.60 | 132.00 | 117.80 |
| 45.10 | 111.30 | 356.20 | 223.60 | 431.70 | 224.90 | 196.20 | 145.80 | 47.60 | 41.70 | 48.00 | 351.30 |
| 181.40 | 205.90 | 80.00 | 150.20 | 129.90 | 89.90 | 191.50 | 223.20 | 23.70 | 60.50 | 58.10 | 9.80 |
| 111.00 | 90.40 | 64.70 | 413.20 | 482.40 | 231.20 | 329.60 | 162.50 | 211.70 | 97.90 | 20.80 | 36.30 |
| 94.70 | 42.90 | 48.40 | 132.40 | 439.10 | 212.60 | 177.90 | 106.40 | 87.90 | 101.60 | 4.30 | 83.60 |
| 72.20 | 22.20 | 152.30 | 74.10 | 530.80 | 468.70 | 268.10 | 156.70 | 151.10 | 450.90 | 138.80 | 33.90 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 110.20 | 247.80 | 153.70 | 419.80 | 399.20 | 221.00 | 148.30 | 147.90 | 85.20 | 109.30 | 82.40 | 72.90 |
| 123.50 | 45.40 | 211.60 | 577.00 | 530.50 | 171.80 | 282.40 | 210.60 | 184.10 | 23.40 | 19.20 | 327.00 |
| 28.40 | 160.80 | 186.00 | 112.40 | 196.00 | 117.50 | 103.30 | 199.40 | 52.80 | 370.60 | 100.40 | 63.20 |
| 46.80 | 197.60 | 122.80 | 254.50 | 395.60 | 212.80 | 123.40 | 66.80 | 115.40 | 252.70 | 10.60 | 199.80 |
| 70.00 | 133.60 | 180.40 | 323.40 | 340.00 | 127.60 | 256.00 | 198.40 | 159.80 | 41.60 | 88.60 | 183.60 |
| 79.60 | 143.30 | 66.40 | 100.40 | 163.00 | 295.80 | 177.00 | 92.60 | 106.40 | 16.20 | 66.80 | 76.80 |
| 161.20 | 259.90 | 73.60 | 72.20 | 180.60 | 179.80 | 106.20 | 158.60 | 92.20 | 115.20 | 254.30 | 22.50 |
| 29.30 | 89.60 | 181.90 | 254.70 | 154.80 | 210.60 | 148.60 | 58.50 | 13.80 | 20.90 | 63.90 | 79.00 |
| 12.20 | 109.70 | 25.50 | 267.80 | 290.10 | 382.80 | 162.80 | 96.90 | 225.90 | 76.80 | 7.00 | 22.00 |
| 32.70 | 259.90 | 170.70 | 163.20 | 94.50 | 197.70 | 169.30 | 283.90 | 49.20 | 81.60 | 71.00 | 36.60 |
| 26.60 | 69.80 | 87.70 | 692.70 | 257.70 | 201.20 | 114.90 | 129.70 | 228.20 | 75.60 | 66.10 | 20.10 |
| 45.30 | 143.40 | 159.50 | 732.70 | 314.80 | 146.00 | 456.00 | 139.40 | 81.50 | 90.30 | 328.60 | 126.00 |
| 46.90 | 44.20 | 291.70 | 238.70 | 163.20 | 148.80 | 193.20 | 142.20 | 130.80 | 258.90 | 216.80 | 42.60 |
| 59.80 | 70.40 | 162.80 | 195.20 | 199.60 | 180.30 | 129.60 | 105.50 | 42.90 | 1.60 | 63.50 | 13.90 |
| 120.80 | 50.60 | 259.60 | 269.80 | 233.80 | 344.30 | 275.30 | 138.60 | 70.10 | 62.10 | 139.50 | 348.50 |
| 93.70 | 33.80 | 182.40 | 237.70 | 806.60 | 294.10 | 231.90 | 125.30 | 120.20 | 195.60 | 39.90 | 371.40 |
| 81.30 | 18.10 | 20.50 | 105.20 | 162.70 | 199.30 | 176.90 | 161.20 | 150.20 | 187.10 | 23.30 | 139.50 |
| 75.80 | 48.80 | 154.00 | 159.10 | 305.10 | 307.00 | 149.90 | 115.60 | 93.10 | 30.20 | 24.30 | 18.70 |
| 84.80 | 156.10 | 46.00 | 38.90 | 73.50 | 296.80 | 152.50 | 75.90 | 100.50 | 8.50 | 113.10 | 92.30 |
| 26.00 | 31.10 | 20.10 | 84.20 | 244.20 | 109.80 | 57.90 | 235.10 | 63.80 | 86.90 | 36.50 | 16.20 |
| 51.50 | 69.50 | 64.70 | 310.30 | 193.50 | 345.50 | 197.20 | 61.60 | 101.60 | 68.70 | 32.30 | 20.90 |
| 9.80 | 24.60 | 27.10 | 210.70 | 391.60 | 210.50 | 161.40 | 80.70 | 73.10 | 1.30 | 151.30 | 35.10 |
| 26.60 | 108.20 | 76.80 | 437.30 | 134.40 | 313.30 | 138.60 | 182.70 | 126.80 | 6.80 | 202.00 | 20.20 |
| 125.50 | 221.10 | 164.60 | 244.60 | 140.10 | 165.60 | 173.40 | 101.70 | 20.30 | 106.20 | 19.70 | 60.20 |
| 71.50 | 8.80 | 38.60 | 181.90 | 307.70 | 220.30 | 260.90 | 128.10 | 47.20 | 28.50 | 13.70 | 40.50 |
| 107.60 | 49.20 | 52.80 | 211.20 | 360.30 | 278.60 | 126.30 | 275.00 | 119.80 | 134.50 | 197.70 | 189.80 |
| 55.20 | 73.40 | 60.70 | 282.30 | 190.40 | 165.70 | 150.90 | 144.70 | 225.90 | 24.30 | 84.30 | 70.80 |
| 75.10 | 37.80 | 146.80 | 131.60 | 175.00 | 161.70 | 162.60 | 200.30 | 291.40 | 221.70 | 8.20 | 10.70 |
| 131.80 | 29.40 | 45.10 | 102.60 | 275.90 | 129.40 | 165.80 | 122.00 | 92.40 | 14.50 | 43.10 | 65.70 |
| 3.30 | 71.30 | 223.20 | 68.70 | 435.50 | 197.50 | 183.60 | 182.40 | 166.10 | 139.80 | 142.10 | 3.20 |
| 477.90 | 80.20 | 73.80 | 187.90 | 103.00 | 168.20 | 218.50 | 91.70 | 45.90 | 54.60 | 164.90 | 19.30 |
| 66.80 | 166.30 | 130.00 | 423.60 | 220.80 | 359.90 | 260.80 | 87.90 | 27.30 | 7.70 | 160.60 | 85.90 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 39.90 | 21.00 | 30.70 | 248.20 | 326.30 | 417.30 | 186.50 | 95.80 | 206.70 | 93.40 | 117.80 | 24.10 |
| 29.70 | 165.30 | 180.10 | 184.50 | 282.10 | 177.70 | 159.70 | 96.30 | 162.30 | 65.40 | 9.20 | 40.20 |
| 8.70 | 104.80 | 234.50 | 147.30 | 251.80 | 162.30 | 162.10 | 177.50 | 86.80 | 67.70 | 46.80 | 114.30 |
| 53.10 | 141.90 | 41.60 | 171.00 | 295.30 | 163.70 | 171.70 | 60.80 | 94.40 | 67.20 | 21.40 | 12.40 |
| 114.80 | 23.30 | 152.50 | 520.60 | 302.10 | 286.10 | 525.80 | 112.30 | 90.20 | 94.20 | 99.60 | 55.70 |
| 108.80 | 42.30 | 196.70 | 467.40 | 427.90 | 144.50 | 120.40 | 124.60 | 23.50 | 258.50 | 252.50 | 55.70 |
| 76.30 | 36.30 | 24.80 | 64.60 | 329.60 | 178.80 | 126.90 | 179.80 | 68.10 | 45.50 | 109.40 | .20 |
| 23.40 | 51.70 | 21.60 | 288.40 | 235.00 | 259.40 | 225.80 | 219.40 | 120.90 | 192.90 | 100.00 | 28.30 |
| 59.30 | 157.90 | 105.10 | 116.60 | 222.60 | 211.50 | 325.90 | 162.00 | 93.00 | 80.80 | 148.80 | 87.10 |

TAXA SAZONAL DE EVAPORACAO (mm/mês)

COEFICIENTE DE CORRECAO ADOTADO : .900

90.40 79.50 83.40 70.50 69.60 72.30 79.10 85.10 85.20 87.80 83.20 88.20

POLINOMIO AREA VS. VOLUME

AREA(KM2) = 2.1436640000 + .1249148000 * VOL +
+ -.0000001000 *VOL**2 + -.0000000300*VOL**3 +
+ .0000000000 * VOL**4 (VOL EM HM3)

ARMAZENAMENTO INICIAL = 100.000 % CAPACIDADE

TOLERANCIA PARA ARMAZENAMENTO MINIMO = 1.000

Bar. Itapecerica - Jusante - NA cota 30

PARAMETROS BASICOS EM HM3/ANO
PRODUCAO ANUAL FIO DAGUA : 43.407
PRODUCAO MEDIA ANUAL : 903.655
ACUMULACAO MINIMA : -784.486
ACUMULACAO MAXIMA : 6509.387
MAXIMA CAPACIDADE UTIL : 7293.873
VOLUME MORTO : .806
MES CRITICO : 267

FUNCAO REGULARIZACAO

PERCENTUAL TOLERADO DE FALHAS : .00 (ERRO < 10.00%)

| CAPACIDADE
(HM3) | PRODUCAO ANUAL
(HM3/ANO) | EVAP.EFETIVA MEDIA
(HM3/ANO) | VERT. MEDIO
(HM3/ANO) | FINAL PER. CRIT
(MES) | FALHAS ARM. MIN
(%) | (HM3) |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------|
| 8.07 | 43.4 | .419 | 773. | 267 | .000 | .807 |

FUNCAO AJUSTADA PARA CURVA DE REGULARIZACAO
COM TOLERANCIA DE FALHA = .000

$Y = 2.1494E-06 +$

$+ (6.0057E-04) * X ** 1$

$$+ (-.5708) * X^{**2}$$

$$+ (2656.) * X^{**3}$$

$$\text{SENDO } Y = (\text{PRODUCAO ANUAL} - 43.41) / 903.7$$

$$X = (\text{CAPACIDADE} - .8060) / 7294.)$$

$$\text{COEFICIENTE DE DETERMINACAO} = .9205$$

$$\text{DESVIO PADRAO DOS RESIDUOS} = .1173\text{E-}09$$

ESTIMATIVAS COM MODELO AJUSTADO

| CAPACIDADE UTIL | PROD. ANUAL OBS. | PRO. ANUAL CAL. |
|-----------------|------------------|-----------------|
|-----------------|------------------|-----------------|

| | | |
|-------|--------|--------|
| 8.069 | 43.412 | 43.412 |
|-------|--------|--------|

FUNCAO AJUSTADA PARA CURVA DE REGULARIZACAO

COM TOLERANCIA DE FALHA = .000

$$Y = 7.5657\text{E-}06 +$$

$$+ (6.0412\text{E-}03) * X^{**1}$$

$$+ (-1.632) * X^{**2}$$

$$+ (-1852.) * X^{**3}$$

$$+ (-5.4205\text{E+}06) * X^{**4}$$

$$\text{SENDO } Y = (\text{PRODUCAO ANUAL} - 43.41) / 903.7$$

$$X = (\text{CAPACIDADE} - .8060) / 7294.)$$

$$\text{COEFICIENTE DE DETERMINACAO} = 4.377$$

$$\text{DESVIO PADRAO DOS RESIDUOS} = .6618\text{E-}09$$

ESTIMATIVAS COM MODELO AJUSTADO

| CAPACIDADE UTIL | PROD. ANUAL OBS. | PRO. ANUAL CAL. |
|-----------------|------------------|-----------------|
|-----------------|------------------|-----------------|

| | | |
|-------|--------|--------|
| 8.069 | 43.412 | 43.412 |
|-------|--------|--------|

'Regularização da Barragem Itapecerica no rio Pojuca'

1

53

1962

'Bar. Itapecerica - Jusante - NA cota 35'

1

'vcbi6214.DSC'

'pti6214.PLU'

9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312 9.3312

8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33

0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.

0.90 90.4 79.5 83.4 70.5 69.6 72.3 79.1 85.1 85.2 87.8 83.2 88.2

3 2.14366370 0.12491484 -0.00000010 -0.00000003

40.2590 4.025 100. 1. 0. 1. 40

10 40 2 3 4

1. 20

Programa CASCATA - Capacidade de Reservatórios

Desenvolvido no IPH/UFRGS - Prof. A. E. LANNA

Regularização da Barragem Itapecerica no rio Pojuca

NUMERO DE ANOS DE ANALISE 53

ANO INICIAL 1962

Bar. Itapecerica - Jusante - NA cota 35

SAZONALIDADE DA DEMANDA TOTAL ANUAL (%)

8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33 8.33

SAZONALIDADE DA DESCARGA DE RETORNO (%)

.00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00

DESCARGA MINIMA MANTIDA PARA JUSANTE (Hm3/mês)

9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33 9.33

VAZOES AFLUENTES BACIA INCREMENTAL (Hm3/mês)

COEFICIENTE DE CORRECAO ADOTADO : 1.000

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 11.81 | 5.78 | 22.10 | 31.62 | 82.23 | 70.76 | 83.30 | 46.07 | 25.87 | 22.58 | 47.17 | 21.21 |
| 13.34 | 44.76 | 21.43 | 26.18 | 173.02 | 57.02 | 57.05 | 31.34 | 21.28 | 14.89 | 19.78 | 71.51 |
| 200.08 | 126.03 | 121.06 | 373.25 | 417.83 | 191.81 | 242.40 | 306.88 | 87.09 | 98.57 | 86.74 | 98.38 |
| 47.14 | 37.50 | 31.87 | 53.14 | 37.77 | 55.21 | 48.48 | 47.94 | 33.44 | 37.77 | 44.06 | 26.03 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 15.40 | 43.55 | 40.44 | 121.31 | 340.16 | 216.17 | 162.31 | 93.21 | 66.10 | 51.43 | 42.77 | 84.37 |
| 29.73 | 26.61 | 31.34 | 57.28 | 167.67 | 251.68 | 170.88 | 76.60 | 64.28 | 44.46 | 92.02 | 70.17 |
| 122.94 | 88.70 | 321.41 | 89.68 | 575.86 | 531.36 | 176.51 | 109.01 | 77.76 | 69.64 | 142.04 | 154.01 |
| 62.41 | 137.17 | 538.36 | 236.39 | 490.15 | 272.16 | 178.65 | 116.78 | 73.09 | 60.80 | 49.51 | 211.06 |
| 163.11 | 53.46 | 59.46 | 54.69 | 53.84 | 56.76 | 81.18 | 109.46 | 50.06 | 51.14 | 92.39 | 47.35 |
| 36.27 | 24.43 | 25.02 | 49.77 | 116.51 | 155.00 | 182.93 | 76.07 | 90.46 | 53.57 | 37.58 | 28.12 |
| 34.02 | 29.57 | 29.19 | 34.99 | 139.28 | 131.67 | 62.94 | 50.35 | 42.77 | 34.02 | 22.86 | 20.84 |
| 21.94 | 15.34 | 21.59 | 40.18 | 134.19 | 231.98 | 159.36 | 69.64 | 122.60 | 197.13 | 75.95 | 72.58 |
| 42.05 | 56.13 | 57.32 | 81.91 | 417.83 | 149.04 | 116.51 | 91.33 | 71.28 | 58.92 | 68.43 | 46.60 |
| 36.16 | 35.56 | 42.32 | 120.79 | 193.38 | 121.82 | 186.95 | 219.09 | 187.66 | 65.89 | 48.21 | 66.42 |
| 43.66 | 55.37 | 46.87 | 53.40 | 50.09 | 42.51 | 49.01 | 42.32 | 34.73 | 154.54 | 41.47 | 57.05 |
| 43.39 | 39.43 | 33.48 | 52.36 | 197.93 | 121.56 | 93.48 | 52.23 | 44.32 | 129.37 | 46.40 | 81.96 |
| 136.60 | 50.32 | 92.67 | 90.98 | 302.66 | 111.72 | 106.33 | 95.08 | 65.06 | 52.23 | 52.10 | 50.35 |
| 53.30 | 39.92 | 50.35 | 43.03 | 53.30 | 104.46 | 80.08 | 43.12 | 42.25 | 32.68 | 28.25 | 25.69 |
| 39.91 | 201.70 | 70.44 | 28.77 | 38.03 | 41.47 | 38.03 | 32.41 | 35.77 | 26.62 | 40.95 | 22.15 |
| 18.19 | 16.14 | 157.22 | 72.37 | 66.16 | 64.02 | 85.71 | 35.89 | 25.40 | 21.11 | 20.55 | 15.19 |
| 13.42 | 13.57 | 16.77 | 59.94 | 39.91 | 123.59 | 83.51 | 68.64 | 73.48 | 93.21 | 28.77 | 24.88 |
| 28.93 | 43.30 | 32.68 | 62.47 | 36.43 | 36.03 | 38.03 | 55.71 | 28.77 | 29.73 | 29.55 | 25.63 |
| 18.88 | 11.27 | 3.62 | 151.63 | 114.10 | 66.61 | 49.28 | 45.26 | 78.28 | 30.00 | 28.77 | 17.30 |
| 33.48 | 27.34 | 30.00 | 133.23 | 318.73 | 171.59 | 283.91 | 209.45 | 79.32 | 70.98 | 245.46 | 267.57 |
| 86.24 | 45.72 | 62.14 | 110.94 | 167.67 | 109.90 | 152.67 | 87.58 | 99.01 | 108.48 | 190.25 | 118.12 |
| 58.66 | 35.32 | 41.25 | 56.25 | 105.80 | 118.20 | 117.31 | 73.12 | 44.32 | 32.68 | 32.66 | 26.09 |
| 59.73 | 27.56 | 51.96 | 56.51 | 137.94 | 219.54 | 211.33 | 107.67 | 79.32 | 55.71 | 41.99 | 171.15 |
| 54.37 | 28.06 | 57.85 | 161.48 | 455.33 | 290.30 | 273.20 | 185.08 | 146.45 | 161.24 | 135.04 | 399.08 |
| 177.31 | 86.85 | 66.42 | 76.72 | 89.46 | 120.01 | 110.62 | 122.94 | 74.91 | 118.12 | 61.95 | 104.46 |
| 70.17 | 41.13 | 60.00 | 84.24 | 140.88 | 244.17 | 187.22 | 147.31 | 109.38 | 50.35 | 50.54 | 45.53 |
| 40.18 | 166.87 | 74.19 | 39.66 | 35.09 | 63.76 | 96.96 | 72.05 | 47.43 | 36.16 | 31.36 | 51.16 |
| 35.89 | 24.68 | 23.73 | 25.61 | 46.07 | 46.40 | 50.09 | 71.78 | 28.77 | 32.41 | 22.84 | 19.93 |
| 14.52 | 13.11 | 34.02 | 72.84 | 70.17 | 29.29 | 124.28 | 42.32 | 32.14 | 26.14 | 18.95 | 16.50 |
| 14.49 | 9.89 | 12.45 | 39.92 | 60.53 | 67.65 | 46.87 | 30.00 | 21.75 | 16.69 | 28.51 | 40.44 |
| 12.35 | 10.90 | 11.38 | 89.28 | 48.75 | 166.41 | 40.71 | 38.84 | 33.96 | 21.88 | 41.73 | 39.37 |
| 28.17 | 38.71 | 104.73 | 134.01 | 107.14 | 115.60 | 65.09 | 47.14 | 25.92 | 23.68 | 16.54 | 14.33 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 13.58 | 13.50 | 14.06 | 19.85 | 32.94 | 55.47 | 90.80 | 41.78 | 25.92 | 17.03 | 15.86 | 14.01 |
| 13.26 | 11.61 | 13.18 | 14.49 | 109.55 | 51.32 | 46.60 | 152.94 | 42.51 | 52.76 | 108.35 | 117.05 |
| 57.05 | 36.08 | 39.64 | 107.57 | 143.56 | 117.16 | 82.49 | 107.94 | 104.20 | 54.91 | 70.50 | 45.26 |
| 30.27 | 19.89 | 31.61 | 31.88 | 31.07 | 45.36 | 46.60 | 70.44 | 159.67 | 146.78 | 42.25 | 32.94 |
| 106.06 | 46.69 | 26.68 | 29.03 | 57.59 | 52.62 | 53.03 | 59.73 | 38.10 | 30.27 | 21.12 | 22.47 |
| 16.82 | 15.87 | 24.21 | 23.90 | 125.35 | 121.82 | 122.14 | 81.16 | 111.20 | 43.39 | 34.99 | 21.29 |
| 208.65 | 55.62 | 44.19 | 30.07 | 44.46 | 54.17 | 51.96 | 57.85 | 28.51 | 27.59 | 24.36 | 18.61 |
| 18.67 | 45.72 | 21.43 | 66.36 | 175.44 | 187.66 | 217.75 | 74.46 | 40.18 | 30.00 | 27.73 | 26.46 |
| 19.63 | 16.16 | 17.11 | 51.06 | 130.17 | 295.49 | 109.46 | 60.80 | 57.54 | 66.42 | 75.95 | 27.32 |
| 19.80 | 40.36 | 59.19 | 29.03 | 92.40 | 108.35 | 52.76 | 45.53 | 37.84 | 27.05 | 18.20 | 17.89 |
| 16.66 | 16.86 | 37.50 | 38.88 | 64.01 | 65.32 | 74.19 | 60.00 | 34.21 | 27.59 | 17.86 | 49.01 |
| 17.52 | 18.24 | 16.82 | 27.22 | 141.79 | 141.00 | 72.58 | 44.46 | 41.73 | 28.39 | 17.94 | 15.56 |
| 16.31 | 14.37 | 28.39 | 188.70 | 48.21 | 66.87 | 337.48 | 78.21 | 48.99 | 33.48 | 21.64 | 28.39 |
| 32.68 | 17.81 | 21.94 | 54.69 | 122.14 | 66.87 | 36.16 | 36.43 | 22.84 | 64.01 | 162.00 | 28.39 |
| 48.75 | 16.59 | 56.28 | 15.81 | 66.96 | 33.18 | 33.48 | 37.23 | 20.79 | 20.46 | 29.03 | 14.78 |
| 14.78 | 12.70 | 12.67 | 24.91 | 76.33 | 86.05 | 65.09 | 75.26 | 48.73 | 46.07 | 19.10 | 18.96 |
| 15.19 | 18.56 | 20.84 | 15.19 | 31.34 | 34.47 | 60.53 | 59.19 | 23.95 | 25.90 | 17.13 | 60.60 |

CHUVAS SOBRE A SUPERFÍCIE DO RESERVATÓRIO (mm/mês)

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 34.80 | 48.50 | 56.70 | 186.30 | 221.50 | 255.90 | 163.80 | 97.20 | 37.30 | 63.40 | 155.10 | 10.80 |
| 48.20 | 137.20 | 174.80 | 256.00 | 384.70 | 110.40 | 143.10 | 99.10 | 42.90 | 15.00 | 37.30 | 296.00 |
| 82.10 | 170.60 | 329.40 | 613.50 | 336.90 | 150.90 | 341.10 | 243.60 | 125.10 | 124.10 | 220.30 | 82.40 |
| 79.00 | 17.20 | 64.90 | 196.10 | 91.70 | 251.70 | 111.20 | 93.90 | 79.90 | 93.10 | 117.20 | 25.10 |
| 35.80 | 160.80 | 108.60 | 182.30 | 536.90 | 119.40 | 338.90 | 130.90 | 64.90 | 72.40 | 100.60 | 60.60 |
| 30.90 | 123.50 | 97.00 | 236.60 | 359.10 | 379.30 | 182.90 | 120.40 | 80.50 | 45.30 | 117.80 | 136.10 |
| 155.30 | 153.10 | 240.50 | 133.60 | 602.00 | 277.90 | 145.80 | 73.70 | 77.50 | 31.60 | 132.00 | 117.80 |
| 45.10 | 111.30 | 356.20 | 223.60 | 431.70 | 224.90 | 196.20 | 145.80 | 47.60 | 41.70 | 48.00 | 351.30 |
| 181.40 | 205.90 | 80.00 | 150.20 | 129.90 | 89.90 | 191.50 | 223.20 | 23.70 | 60.50 | 58.10 | 9.80 |
| 111.00 | 90.40 | 64.70 | 413.20 | 482.40 | 231.20 | 329.60 | 162.50 | 211.70 | 97.90 | 20.80 | 36.30 |
| 94.70 | 42.90 | 48.40 | 132.40 | 439.10 | 212.60 | 177.90 | 106.40 | 87.90 | 101.60 | 4.30 | 83.60 |
| 72.20 | 22.20 | 152.30 | 74.10 | 530.80 | 468.70 | 268.10 | 156.70 | 151.10 | 450.90 | 138.80 | 33.90 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 110.20 | 247.80 | 153.70 | 419.80 | 399.20 | 221.00 | 148.30 | 147.90 | 85.20 | 109.30 | 82.40 | 72.90 |
| 123.50 | 45.40 | 211.60 | 577.00 | 530.50 | 171.80 | 282.40 | 210.60 | 184.10 | 23.40 | 19.20 | 327.00 |
| 28.40 | 160.80 | 186.00 | 112.40 | 196.00 | 117.50 | 103.30 | 199.40 | 52.80 | 370.60 | 100.40 | 63.20 |
| 46.80 | 197.60 | 122.80 | 254.50 | 395.60 | 212.80 | 123.40 | 66.80 | 115.40 | 252.70 | 10.60 | 199.80 |
| 70.00 | 133.60 | 180.40 | 323.40 | 340.00 | 127.60 | 256.00 | 198.40 | 159.80 | 41.60 | 88.60 | 183.60 |
| 79.60 | 143.30 | 66.40 | 100.40 | 163.00 | 295.80 | 177.00 | 92.60 | 106.40 | 16.20 | 66.80 | 76.80 |
| 161.20 | 259.90 | 73.60 | 72.20 | 180.60 | 179.80 | 106.20 | 158.60 | 92.20 | 115.20 | 254.30 | 22.50 |
| 29.30 | 89.60 | 181.90 | 254.70 | 154.80 | 210.60 | 148.60 | 58.50 | 13.80 | 20.90 | 63.90 | 79.00 |
| 12.20 | 109.70 | 25.50 | 267.80 | 290.10 | 382.80 | 162.80 | 96.90 | 225.90 | 76.80 | 7.00 | 22.00 |
| 32.70 | 259.90 | 170.70 | 163.20 | 94.50 | 197.70 | 169.30 | 283.90 | 49.20 | 81.60 | 71.00 | 36.60 |
| 26.60 | 69.80 | 87.70 | 692.70 | 257.70 | 201.20 | 114.90 | 129.70 | 228.20 | 75.60 | 66.10 | 20.10 |
| 45.30 | 143.40 | 159.50 | 732.70 | 314.80 | 146.00 | 456.00 | 139.40 | 81.50 | 90.30 | 328.60 | 126.00 |
| 46.90 | 44.20 | 291.70 | 238.70 | 163.20 | 148.80 | 193.20 | 142.20 | 130.80 | 258.90 | 216.80 | 42.60 |
| 59.80 | 70.40 | 162.80 | 195.20 | 199.60 | 180.30 | 129.60 | 105.50 | 42.90 | 1.60 | 63.50 | 13.90 |
| 120.80 | 50.60 | 259.60 | 269.80 | 233.80 | 344.30 | 275.30 | 138.60 | 70.10 | 62.10 | 139.50 | 348.50 |
| 93.70 | 33.80 | 182.40 | 237.70 | 806.60 | 294.10 | 231.90 | 125.30 | 120.20 | 195.60 | 39.90 | 371.40 |
| 81.30 | 18.10 | 20.50 | 105.20 | 162.70 | 199.30 | 176.90 | 161.20 | 150.20 | 187.10 | 23.30 | 139.50 |
| 75.80 | 48.80 | 154.00 | 159.10 | 305.10 | 307.00 | 149.90 | 115.60 | 93.10 | 30.20 | 24.30 | 18.70 |
| 84.80 | 156.10 | 46.00 | 38.90 | 73.50 | 296.80 | 152.50 | 75.90 | 100.50 | 8.50 | 113.10 | 92.30 |
| 26.00 | 31.10 | 20.10 | 84.20 | 244.20 | 109.80 | 57.90 | 235.10 | 63.80 | 86.90 | 36.50 | 16.20 |
| 51.50 | 69.50 | 64.70 | 310.30 | 193.50 | 345.50 | 197.20 | 61.60 | 101.60 | 68.70 | 32.30 | 20.90 |
| 9.80 | 24.60 | 27.10 | 210.70 | 391.60 | 210.50 | 161.40 | 80.70 | 73.10 | 1.30 | 151.30 | 35.10 |
| 26.60 | 108.20 | 76.80 | 437.30 | 134.40 | 313.30 | 138.60 | 182.70 | 126.80 | 6.80 | 202.00 | 20.20 |
| 125.50 | 221.10 | 164.60 | 244.60 | 140.10 | 165.60 | 173.40 | 101.70 | 20.30 | 106.20 | 19.70 | 60.20 |
| 71.50 | 8.80 | 38.60 | 181.90 | 307.70 | 220.30 | 260.90 | 128.10 | 47.20 | 28.50 | 13.70 | 40.50 |
| 107.60 | 49.20 | 52.80 | 211.20 | 360.30 | 278.60 | 126.30 | 275.00 | 119.80 | 134.50 | 197.70 | 189.80 |
| 55.20 | 73.40 | 60.70 | 282.30 | 190.40 | 165.70 | 150.90 | 144.70 | 225.90 | 24.30 | 84.30 | 70.80 |
| 75.10 | 37.80 | 146.80 | 131.60 | 175.00 | 161.70 | 162.60 | 200.30 | 291.40 | 221.70 | 8.20 | 10.70 |
| 131.80 | 29.40 | 45.10 | 102.60 | 275.90 | 129.40 | 165.80 | 122.00 | 92.40 | 14.50 | 43.10 | 65.70 |
| 3.30 | 71.30 | 223.20 | 68.70 | 435.50 | 197.50 | 183.60 | 182.40 | 166.10 | 139.80 | 142.10 | 3.20 |
| 477.90 | 80.20 | 73.80 | 187.90 | 103.00 | 168.20 | 218.50 | 91.70 | 45.90 | 54.60 | 164.90 | 19.30 |
| 66.80 | 166.30 | 130.00 | 423.60 | 220.80 | 359.90 | 260.80 | 87.90 | 27.30 | 7.70 | 160.60 | 85.90 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 39.90 | 21.00 | 30.70 | 248.20 | 326.30 | 417.30 | 186.50 | 95.80 | 206.70 | 93.40 | 117.80 | 24.10 |
| 29.70 | 165.30 | 180.10 | 184.50 | 282.10 | 177.70 | 159.70 | 96.30 | 162.30 | 65.40 | 9.20 | 40.20 |
| 8.70 | 104.80 | 234.50 | 147.30 | 251.80 | 162.30 | 162.10 | 177.50 | 86.80 | 67.70 | 46.80 | 114.30 |
| 53.10 | 141.90 | 41.60 | 171.00 | 295.30 | 163.70 | 171.70 | 60.80 | 94.40 | 67.20 | 21.40 | 12.40 |
| 114.80 | 23.30 | 152.50 | 520.60 | 302.10 | 286.10 | 525.80 | 112.30 | 90.20 | 94.20 | 99.60 | 55.70 |
| 108.80 | 42.30 | 196.70 | 467.40 | 427.90 | 144.50 | 120.40 | 124.60 | 23.50 | 258.50 | 252.50 | 55.70 |
| 76.30 | 36.30 | 24.80 | 64.60 | 329.60 | 178.80 | 126.90 | 179.80 | 68.10 | 45.50 | 109.40 | .20 |
| 23.40 | 51.70 | 21.60 | 288.40 | 235.00 | 259.40 | 225.80 | 219.40 | 120.90 | 192.90 | 100.00 | 28.30 |
| 59.30 | 157.90 | 105.10 | 116.60 | 222.60 | 211.50 | 325.90 | 162.00 | 93.00 | 80.80 | 148.80 | 87.10 |

TAXA SAZONAL DE EVAPORACAO (mm/mês)
COEFICIENTE DE CORRECAO ADOTADO : .900

90.40 79.50 83.40 70.50 69.60 72.30 79.10 85.10 85.20 87.80 83.20 88.20

POLINOMIO AREA VS. VOLUME

AREA(KM2) = 2.1436640000 + .1249148000 * VOL +
+ -.0000001000 *VOL**2 + -.0000000300*VOL**3 +
+ .0000000000 * VOL**4 (VOL EM HM3)

ARMAZENAMENTO INICIAL = 100.000 % CAPACIDADE
TOLERANCIA PARA ARMAZENAMENTO MINIMO = 1.000

Bar. Itapecerica - Jusante - NA cota 35

PARAMETROS BASICOS EM HM3/ANO
PRODUCAO ANUAL FIO D'AGUA : 43.407
PRODUCAO MEDIA ANUAL : 903.655
ACUMULACAO MINIMA : -784.486
ACUMULACAO MAXIMA : 6509.387
MAXIMA CAPACIDADE UTIL : 7293.873
VOLUME MORTO : 4.025
MES CRITICO : 267

FUNCAO REGULARIZACAO

PERCENTUAL TOLERADO DE FALHAS : .00 (ERRO < 10.00%)

| CAPACIDADE
(HM3) | PRODUCAO ANUAL
(HM3/ANO) | EVAP.EFETIVA MEDIA
(HM3/ANO) | VERT. MEDIO
(HM3/ANO) | FINAL PER. CRIT
(MES) | FALHAS
(%) | ARM. MIN
(HM3) |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|-------------------|
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|-------------------|

| | | | | | | |
|------|------|------|------|-----|------|------|
| 40.3 | 119. | .921 | 672. | 448 | .000 | 4.18 |
| 36.6 | 113. | .866 | 679. | 448 | .000 | 4.15 |
| 33.0 | 107. | .810 | 685. | 448 | .000 | 4.18 |
| 29.4 | 101. | .753 | 691. | 448 | .000 | 4.12 |
| 25.8 | 94.9 | .697 | 697. | 448 | .000 | 4.12 |
| 22.1 | 86.7 | .641 | 705. | 267 | .000 | 4.04 |
| 18.5 | 64.5 | .588 | 727. | 267 | .000 | 4.13 |
| 14.9 | 43.4 | .531 | 749. | 267 | .000 | 4.03 |

FUNCAO AJUSTADA PARA CURVA DE REGULARIZACAO
COM TOLERANCIA DE FALHA = .000

$$Y = -.1550 +$$

$$+ (148.6) * X^{** 1}$$

$$+ (-3.4640E+04) * X^{** 2}$$

$$+ (2.9017E+06) * X^{** 3}$$

$$\text{SENDO } Y = (\text{PRODUCAO ANUAL} - 43.41) / 903.7$$

$$X = (\text{CAPACIDADE} - 4.025) / 7294.)$$

COEFICIENTE DE DETERMINACAO = .9963
DESVIO PADRAO DOS RESIDUOS = .2304E-02

ESTIMATIVAS COM MODELO AJUSTADO

CAPACIDADE UTIL PROD. ANUAL OBS. PRO. ANUAL CAL.

40.259 119.123 119.363

36.636 113.080 112.320

33.012 106.944 107.186

29.389 100.946 102.031

25.765 94.861 94.928

22.142 86.722 83.948

18.519 64.487 67.161

14.895 43.412 42.639

FUNCAO AJUSTADA PARA CURVA DE REGULARIZACAO
COM TOLERANCIA DE FALHA = .000

$$Y = -.1442 +$$

$$+ (132.6) * X ** 1$$

$$+ (-2.6316E+04) * X ** 2$$

$$+ (1.0937E+06) * X ** 3$$

$$+ (1.3985E+08) * X ** 4$$

$$\text{SENDO } Y = (\text{PRODUCAO ANUAL} - 43.41) / 903.7$$

$$X = (\text{CAPACIDADE} - 4.025) / 7294.)$$

$$\text{COEFICIENTE DE DETERMINACAO} = .9963$$

$$\text{DESVIO PADRAO DOS RESIDUOS} = .2653E-02$$

ESTIMATIVAS COM MODELO AJUSTADO

| CAPACIDADE UTIL | PROD. ANUAL OBS. | PRO. ANUAL CAL. |
|-----------------|------------------|-----------------|
|-----------------|------------------|-----------------|

| | | |
|--------|---------|---------|
| 40.259 | 119.123 | 119.454 |
|--------|---------|---------|

| | | |
|--------|---------|---------|
| 36.636 | 113.080 | 112.150 |
|--------|---------|---------|

| | | |
|--------|---------|---------|
| 33.012 | 106.944 | 107.148 |
|--------|---------|---------|

| | | |
|--------|---------|---------|
| 29.389 | 100.946 | 102.151 |
|--------|---------|---------|

| | | |
|--------|--------|--------|
| 25.765 | 94.861 | 95.046 |
|--------|--------|--------|

| | | |
|--------|--------|--------|
| 22.142 | 86.722 | 83.906 |
|--------|--------|--------|

| | | |
|--------|--------|--------|
| 18.519 | 64.487 | 66.988 |
|--------|--------|--------|

| | | |
|--------|--------|--------|
| 14.895 | 43.412 | 42.733 |
|--------|--------|--------|

APENDICE 2

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DE ALTERNATIVAS DE IMPLANTAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PARA O PLANO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR, ESTADO DA BAHIA.

APENDICE 2 - ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DE ALTERNATIVAS DE IMPLANTAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PARA O PLANO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR, ESTADO DA BAHIA.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO AQUÍFERO SÃO SEBASTIÃO NOS MUNICÍPIOS DE SIMÕES FILHO E CAMAÇARI NA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR - BACIA DO RECÔNCAVO..... | 4 |
| 1.1 | ÁREA DE SITUAÇÃO DO ESTUDO: BACIA DO RECÔNCAVO..... | 4 |
| 1.2 | SISTEMAS AQUÍFEROS DA BACIA SEDIMENTAR DO RECÔNCAVO..... | 4 |
| 1.3 | ÁREA POTENCIAL AQUÍFERA DO SISTEMA BARREIRAS/ MARIZAL /SÃO SEBASTIÃO / ILHAS | 7 |
| 1.4 | CÁLCULO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS | 10 |
| 2 | ALTERNATIVAS DE IMPLANTAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PARA OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO NOS MUNICÍPIO DE LAURO DE FREITAS, SIMÕES FILHO E CAMAÇARI DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR - BACIA DO RECÔNCAVO. | 12 |
| 2.1 | MUNICÍPIO DE SIMÕES FILHO..... | 12 |
| 2.2 | MUNICÍPIO DE CAMAÇARI..... | 12 |
| 3 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 17 |
| 3.1 | CONCLUSÕES..... | 17 |
| 3.2 | RECOMENDAÇÕES..... | 17 |
| | REFERÊNCIAS..... | 19 |
| | ANEXO..... | 20 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Seção Geológica da Bacia do Recôncavo entre a Orla de Camaçari e Maragogipe, com detalhe do Baixo de Camaçari..... | 5 |
| Figura 2 - Delimitação da Área de Abrangência do Estudo na Bacia Sedimentar do Recôncavo..... | 6 |
| Figura 3 - Área Efetiva de Cálculo do Potencial Aquífero | 9 |
| Figura 4 - Localização das Áreas prioritárias para locação de Poços de Abastecimento de Água nos municípios de Simões Filho e Camaçari..... | 14 |
| Figura 5 - Evolução da vazão com a profundidade dos poços – Camaçari e Simões Filho. | 15 |
| Figura 6 - Evolução da vazão com a profundidade dos poços – Camaçari..... | 15 |
| Figura 7 - Evolução da vazão com a profundidade dos poços – Simões Filho. | 16 |
| Figura 8 - Evolução dos cloretos com a profundidade dos poços. | 16 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Cálculo das reservas hídricas, potencialidade e disponibilidade dos aquíferos sedimentares da Bacia do Recôncavo na área estudada | 11 |
| Quadro 2 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 200 e 363 metros. | 12 |
| Quadro 3 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 100 e 200 metros. | 12 |
| Quadro 4 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 100 e 200 metros. | 12 |
| Quadro 5 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 200 e 400 metros. | 13 |
| Quadro 6 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 100 e 200 metros. | 13 |
| Quadro 7 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 50 e 100 metros. | 13 |

1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO AQUIFERO SÃO SEBASTIÃO NOS MUNICÍPIOS DE SIMÕES FILHO E CAMAÇARI NA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR - BACIA DO RECÔNCAVO.

1.1 ÁREA DE SITUAÇÃO DO ESTUDO: BACIA DO RECÔNCAVO.

A Bacia do Recôncavo está situada na região nordeste do Brasil e ocupa uma área de aproximadamente 11.500 km². Seu limite leste é definido pela Falha de Salvador, que apresenta forte mergulho na direção NW e rejeito de até 6.000 metros. O limite oeste corresponde à Falha de Maragogipe, com um deslocamento vertical de aproximadamente 200 m. O limite norte é definido pelo Alto de Aporá, enquanto que o limite sul é marcado pela Falha da Barra. Ela corresponde à porção sul de um aulacógeno intra-continental que se estende para norte, englobando as bacias do Tucano e Jatobá, formando o Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá (RTJ). Em seu arcabouço estrutural, a bacia possui a forma de meio-gráben, com seu depocentro próximo a borda leste e mergulho geral das camadas para SE. O gráben do Recôncavo caracteriza-se por um sistema implantado no Neo-Jurássico Superior e Eo-Cretáceo Inferior. Sua história tectônica e sedimentar revela uma íntima relação com os estágios de evolução inicial do Atlântico Sul, do qual foi abortado como um braço secundário durante o Aptiano. Gnaisses granulíticos, de idade arqueana com foliação vertical na direção N30E constituem o embasamento da Bacia do Recôncavo (**Figura 1**), (Figueiredo et al., 1994 e Penteado, 1999).

1.2 SISTEMAS AQUIFÉROS DA BACIA SEDIMENTAR DO RECÔNCAVO

Os aquíferos mais importantes da Bacia do Recôncavo são: em primeiro lugar, o sistema aquífero formado pelas unidades geológicas denominadas Grupo Barreiras, Formação Marizal, Formação São Sebastião e, secundariamente, o Grupo Ilhas.

É importante observar que a avaliação das reservas, potencialidades e disponibilidades de água subterrânea na Bacia do Recôncavo é grandemente dificultada pela deficiência de informações. Dentre estas se destacam: a falta de monitoramento da oscilação dos níveis freáticos e piezométricos dos aquíferos; a inexistência de um cadastro de poços atualizado; a baixa incidência de cálculos de parâmetros hidrodinâmicos; a dificuldade de acesso a dados e informações geológicas e geofísicas de propriedade da Petrobrás; e, consequentemente, a indefinição do modelo estrutural no detalhe adequado ao interesse hidrogeológico.

Em relação às suas características hidrogeológicas a área de abrangência do 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 depositados nesta área da bacia. 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 e Figura 2**).

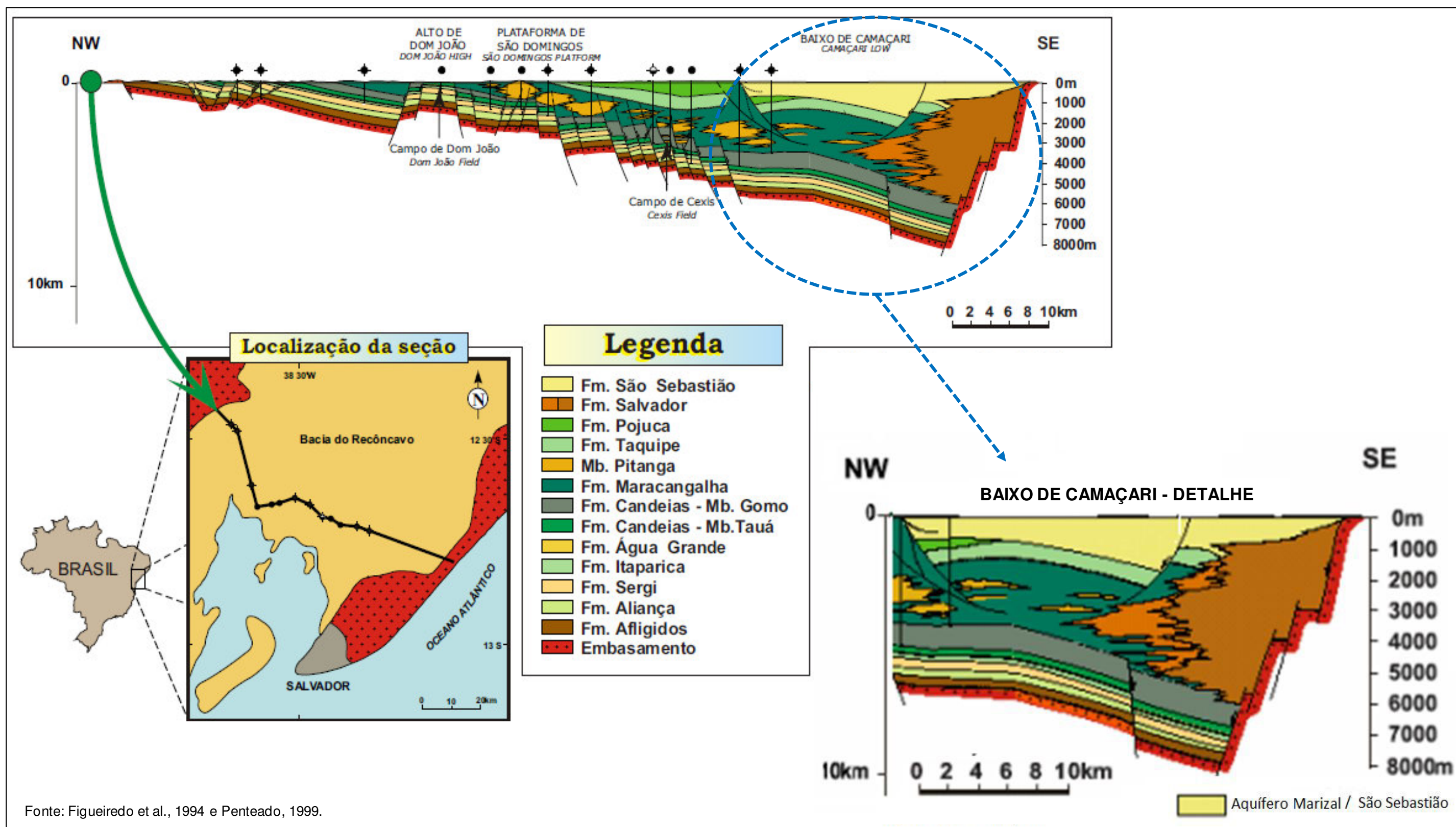
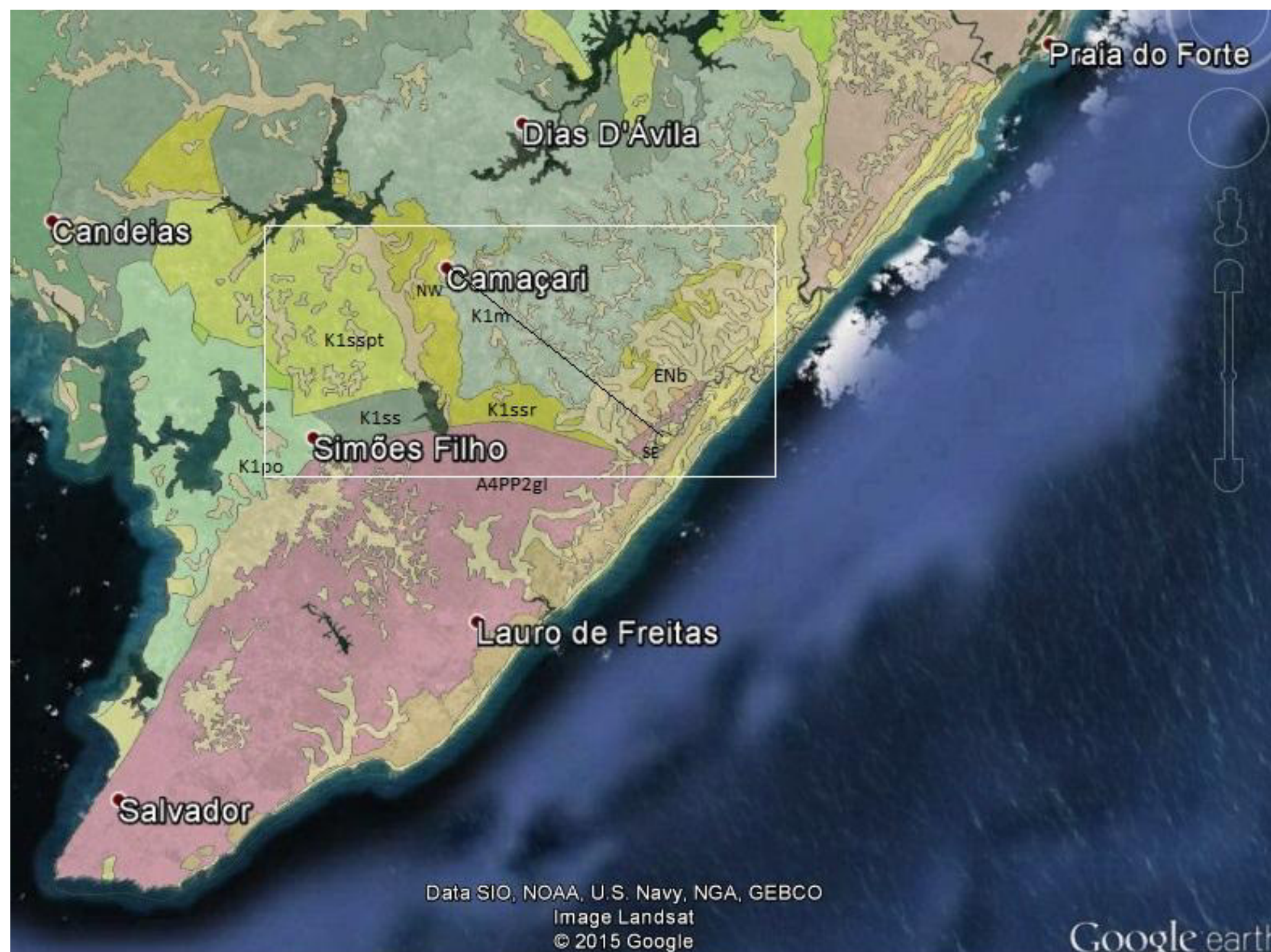


Figura 1 - Seção Geológica da Bacia do Recôncavo entre a Orla de Camaçari e Maragogipe, com detalhe do Baixo de Camaçari



AQUÍFEROS DA BACIA SEDIMENTAR DO RECÔNCAVO

AQUÍFEROS SEDIMENTARES

ENb Grupo Barreiras: arenito imaturo, fino a granuloso, com níveis conglomeráticos, e intercalado a argilito arenoso

CRETÁCEO INFERIOR

K1m Formação Marizal: conglomerado, arenito, folhelho, siltito, calcário e sílexito

Grupo Massacarã

Formação São Sebastião

K1ss Indivisa: arenito com intercalações de siltito, argilito e folhelho

K1ssr Membro Rio Joanes: arenito fino, siltito e folhelho

K1sspt Membro Passagem dos Teixeiras: arenito intercalado com argilito e folhelho siltico

Grupo Ilhas

K1po Formação Pojuca: arenito, folhelho, siltito e calcário

AQUÍFEROS DO EMBASAMENTO CRISTALINO

A4PP2gl Complexo Salvador-Esplanada: ortognaisses granulíticos

Área de Estudo

NW SE Corte esquemático do Aquífero Marizal/São Sebastião.

FONTE: Geologia: Serviço Geológico do Brasil. CPRM, 2008.

Figura 2 - Delimitação da Área de Abrangência do Estudo na Bacia Sedimentar do Recôncavo

Os Sedimentos da Formação Barreiras-Marizal recobrem aproximadamente dois terços da Bacia do Recôncavo, a maior parte sobre o Grupo Massacará (Formação São Sebastião), formando, juntamente com este, um espesso pacote arenoso e constituindo-se no Sistema aquífero de maior potencialidade da Bacia. No estabelecimento da espessura útil saturada, para efeito de avaliação, englobou-se no Sistema Marizal-Massacará (Formação São Sebastião) o aquífero Ilhas Superior (Muricy, 2001). O Aquífero Marizal pode atingir espessuras de 400 m, enquanto o Massacará/São Sebastião, nos baixos regionais, pode ultrapassar a casa dos 4.000 m. Este sistema aquífero se apresenta, gradativamente com a profundidade, sob a forma de aquífero livre, semi-confinado a francamente confinado, devido às intercalações de folhelhos, algumas de expressão regional. Em decorrência dessa característica ocorrem grandes áreas de artesianismo nos baixos topográficos. Nas áreas de relevo mais acentuado, correspondentes à ocorrência dos tabuleiros da formação Marizal, as águas possuem níveis hidrostáticos profundos, com profundidades superiores à 200 m. Como nos demais aquíferos da bacia, após certa profundidade, as águas costumam apresentar elevada salinidade. Entretanto, esta profundidade, pode ser variável, inclusive estar próxima à superfície através de planos de falhas.

Os tabuleiros da formação Marizal, apesar dos níveis hidrostáticos profundos, desempenham uma excelente função de recarga do sistema aquífero propiciada pelos solos arenosos de elevada permeabilidade. As águas deste sistema são consideradas de excepcional qualidade, entretanto, níveis com águas salinizadas podem ocorrer dentro do Marizal, quase sempre associados a ocorrências de evaporitos, comuns nesta formação.

1.3 ÁREA POTENCIAL AQUÍFERA DO SISTEMA BARREIRAS/ MARIZAL /SÃO SEBASTIÃO / ILHAS

A área efetiva de cálculo do potencial aquífero estudado está inserida na Bacia Sedimentar do Recôncavo e abrange porções territoriais dos municípios de Simões Filho e Camaçari, totalizando 283 km² (**Figura 3**).

Para o cálculo da Potencialidade Hídrica do Aquífero 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.

Aquífero Barreiras

O aquífero Barreiras recobre 54,13 Km² da área de estudo. Trata-se de sedimentos do período Terciário que comumente apresentam colorações amareladas, esbranquiçadas ou ferruginosas, cujas camadas podem ser individualizadas como arenito imaturo, fino a granuloso, com níveis conglomeráticos e intercalado a argilito arenoso. A estratificação é irregular podendo ser frequentemente indistinta. Sua característica aquífera na área, em sua maior extensão, pode ser classificada como um aquífero de transição, ou seja, é uma unidade aquífera de transferência de recarga para os aquíferos que lhe estão sotopostos, como o Marizal, São Sebastião e Ilhas.

Aquífero Marizal

O aquífero Marizal recobre 71,42 Km² da área de estudo. Trata-se de sedimentos formados por conglomerado, arenito, folhelho, siltito, calcário e silexito. O Aquífero Marizal é a unidade aquífera de segunda importância na área de estudo e pode atingir espessuras de 400 metros.

Aquífero São Sebastião

O aquífero São Sebastião recobre 125,14 Km² da área de estudo. Trata-se de sedimentos formados por uma unidade aquífera indivisa constituída de: arenito com intercalações de argilito, siltito e folhelho. Pode ser desmembrado em:

- Membro Rio Joanes: arenito fino, siltito e folhelho;
- Membro Passagem dos Teixeiras: arenito intercalado com argilito e folhelho siltico;

- Membro Paciência: arenito, siltito e folhelho.

O Aquífero São Sebastião é o aquífero de primeira importância na área de estudo e pode ultrapassar a casa dos 4.000 m de espessura, nos baixos regionais.

Aquífero Ilhas

O aquífero Ilhas recobre 32,39 Km² da área de estudo. Trata-se de sedimentos formados pela Formação Pojuca: arenito, folhelho, siltito e calcário, com intercalações de argilito, siltito e folhelho. O aquífero Ilhas é a unidade aquífera de menor importância na área de estudo, com baixa determinação de parâmetros aquíferos e ausência de monitoramento de níveis hidrostáticos.

Aquífero Barreiras

O aquífero Barreiras recobre 54,13 Km² da área de estudo. Trata-se de sedimentos do período Terciário que comumente apresentam colorações amareladas, esbranquiçadas ou ferruginosas, cujas camadas podem ser individualizadas como arenito imaturo, fino a granuloso, com níveis conglomeráticos e intercalado a argilito arenoso. A estratificação é irregular podendo ser frequentemente indistinta. Sua característica aquífera na área, em sua maior extensão, pode ser classificada como um aquífero de transição, ou seja, é uma unidade aquífera de transferência de recarga para os aquíferos que lhe estão sotopostos, como o Marizal, São Sebastião e Ilhas.

Aquífero Marizal

O aquífero Marizal recobre 71,42 Km² da área de estudo. Trata-se de sedimentos formados por conglomerado, arenito, folhelho, siltito, calcário e silexito. O Aquífero Marizal é a unidade aquífera de segunda importância na área de estudo e pode atingir espessuras de 400 metros.

Aquífero São Sebastião

O aquífero São Sebastião recobre 125,14 Km² da área de estudo. Trata-se de sedimentos formados por uma unidade aquífera indivisa constituída de: arenito com intercalações de argilito, siltito e folhelho. Pode ser desmembrado em:

- Membro Rio Joanes: arenito fino, siltito e folhelho;
- Membro Passagem dos Teixeiras: arenito intercalado com argilito e folhelho siltico;
- Membro Paciência: arenito, siltito e folhelho.

O Aquífero São Sebastião é o aquífero de primeira importância na área de estudo e pode ultrapassar a casa dos 4.000 m de espessura, nos baixos regionais.

Aquífero Ilhas

O aquífero Ilhas recobre 32,39 Km² da área de estudo. Trata-se de sedimentos formados pela Formação Pojuca: arenito, folhelho, siltito e calcário, com intercalações de argilito, siltito e folhelho. O aquífero Ilhas é a unidade aquífera de menor importância na área de estudo, com baixa determinação de parâmetros aquíferos e ausência de monitoramento de níveis hidrostáticos.

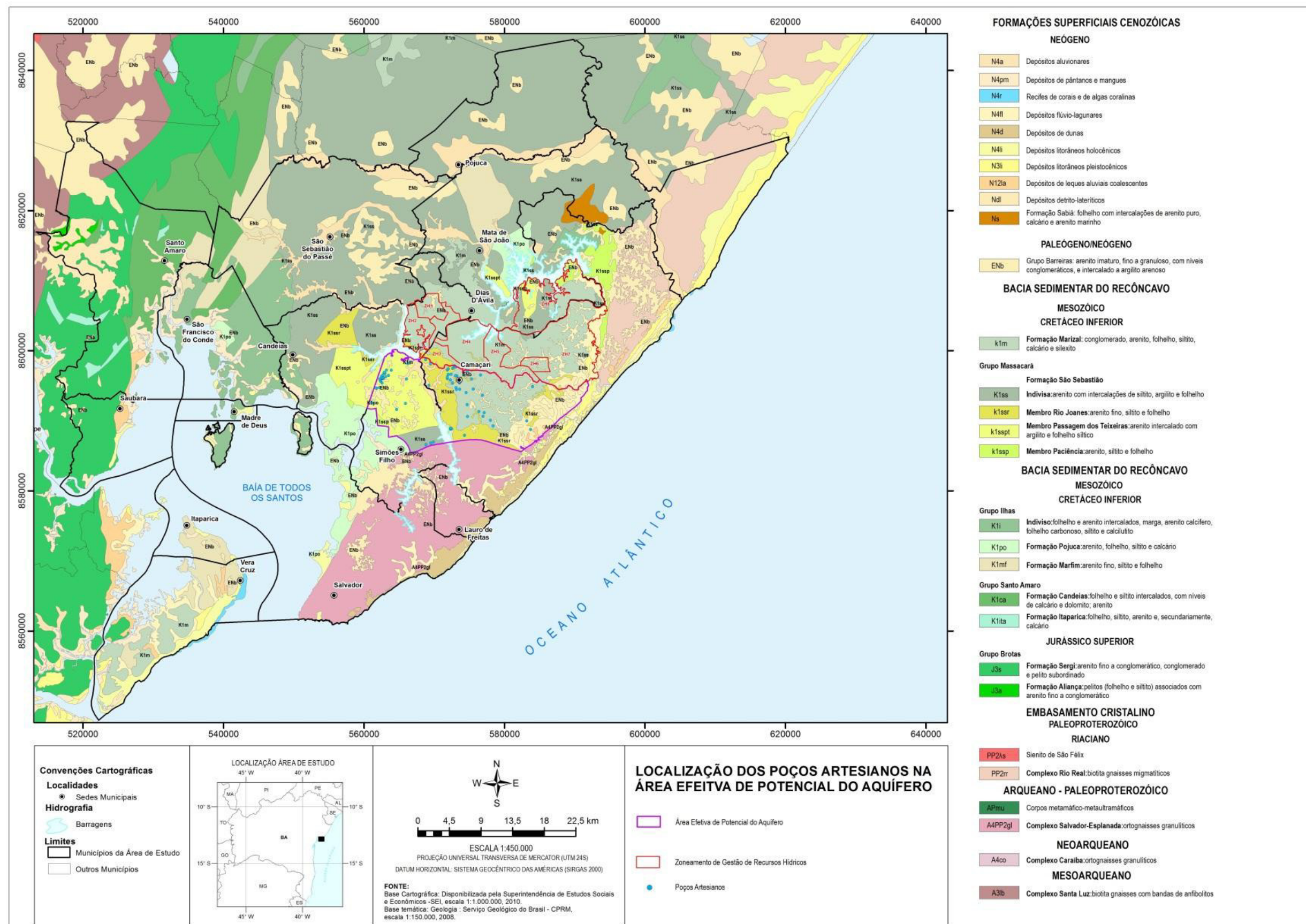


Figura 3 - Área Efetiva de Cálculo do Potencial Aquífero

1.4 CÁLCULO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS

Descreve-se a seguir os procedimentos de cálculo das reservas, potencialidades e disponibilidades do aquífero São Sebastião nos municípios de Simões Filho e Camaçari, na Região Metropolitana de Salvador, Bacia do Recôncavo.

A área efetiva utilizada para o cálculo das reservas abrange porções territoriais dos municípios de Simões Filho e Camaçari. O cálculo da área aquífera foi feito somando-se os afloramentos dos aquíferos Barreiras, Marizal, São Sebastião e Ilhas delimitados no mapa utilizando-se ferramenta de cálculo de área do programa ArcGis totalizando 283 km².

Para efeito de avaliação das reservas na área de abrangência do estudo e contornar parcialmente as dificuldades decorrentes da insuficiência de dados de monitoramento da água subterrânea na Bacia do Recôncavo; foi estabelecida uma espessura média saturada de 800 metros, inferida com base nos perfis geológicos de poços da Petrobrás (**Figura 1**), em razão da insuficiência de dados para se estabelecer uma média da espessura útil saturada dos vários níveis aquíferos da área.

O cadastro de poços utilizado foi elaborado com dados da CERB, CPRM E EMBASA, selecionando-se um total de 72 poços localizados exclusivamente na área de avaliação de reservas (**Anexo 1**).

Em seguida foi aplicada a metodológica 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 e fórmulas propostas 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.

$R_p = 1(A \cdot b \cdot \mu) + 2(A \cdot h \cdot S)$, onde:

A = Área aquífera.

b = Espessura média saturada do aquífero. Inferida a partir de dados das perfurações existentes.

μ = Porosidade Efetiva: Inferida a partir de tabelas de granulometria de sedimentos associáveis aos aquíferos da área.

h = Carga Potenciométrica do Aquífero Confinado: Profundidade média do nível de confinamento do aquífero ou espessura do aquífero livre sobreposto.

I = Taxa de Infiltração: Percentual da chuva que infiltra no aquífero.

S = Coeficiente de Armazenamento: Volume de água que sai ou que entra no aquífero por unidade de área horizontal ou por unidade de variação de rebaixamento. É o volume de água que uma unidade permeável absorve ou transmite do reservatório por unidade de área por unidade de mudança na carga hidráulica, sendo adimensional. Pode ser calculado através de dados de testes de bombeamento do aquífero.

P = Precipitação Média Anual.

- 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.

$$R_r = A.P.I$$

- 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.

$$P_o = R_r + (R_p \times 0,004).$$

Onde 0,004 é a parcela de 0,4 % da reserva permanente estimadas na metodologia adotada.

- 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.

$$DEI = N_p \times Q_m$$

- Disponibilidade Atual Explotável DEX: é a parcela da potencialidade que pode ser explorada anualmente descontando-se a vazão da Disponibilidade Efetiva Instalada (DEI).

$$DEX = P_o - DEI$$

O **Quadro 1** apresenta um resumo e a metodologia do cálculo das reservas hídricas, potencialidade e disponibilidade dos aquíferos da Bacia do Recôncavo nos municípios de Camaçari e Simões Filho, na área de interesse do Plano.

Quadro 1 - Cálculo das reservas hídricas, potencialidade e disponibilidade dos aquíferos sedimentares da Bacia do Recôncavo 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 (m²) | 2,83 x 10 ⁸ | |
| Nº de poços cadastrados | 72 | |
| Espessura Média Saturada - b (m) | 800 | |
| Porosidade Efetiva - μ (%) | 8 | |
| Carga Potenciométrica do Aquífero Confinado - h (m) | 100 | |
| Taxa de infiltração - I (%) | 10 | |
| Coefficiente de Armazenamento - S (m³/m³) | 2 x 10 ⁻⁴ | |
| Precipitação Média - P (mm/ano) | 1.500 | |
| Reserva Permanente - R _p (m³) | ¹⁺² = 1,8 x 10 ¹⁰ | R _p = ¹ (A.b. μ) + ² (A.h.S) |
| Reserva Reguladora - R _r (m³) | ¹ = 4,2 x 10 ⁷ | ¹ R _r = A.P.I
² R _r = 0,6 x R _p |
| Potencialidade - P _o (m³/s) | ³ = 3,64 | ¹ P _o = R _r x 1,15
² P _o = R _r x 0,334
³ P _o = R _r + (R _p x 0,004) |
| Disponibilidade Efetiva Instalada - DEI (m³/s) | 1,30 | DEI = N _p x Q _m |
| Disponibilidade Atual Explotável - DEX (m³/s) | 2,34 | DEX = P_o - DEI |

2 ALTERNATIVAS DE IMPLANTAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PARA OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO NOS MUNICÍPIO DE LAURO DE FREITAS, SIMÕES FILHO E CAMAÇARI DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR - BACIA DO RECÔNCAVO.

A **Figura 4** mostra a localização do Sistema de Abastecimento de Água dos Municípios de Simões Filho e Camaçari, bem como as áreas prioritárias escolhidas para os novos poços do Projeto.

2.1 MUNICÍPIO DE SIMÕES FILHO

O **Quadro 2** mostra a vazão máxima dos poços dos Sistemas de Simões Filho em torno de 198 m³/h e também o poço mais profundo 363 metros. Quanto à qualidade da água, os cloretos máximos estão em torno de 27 mg/L, abaixo do valor máximo permitido (250 mg/L) na Portaria N° 2.914 do Ministério da Saúde, para a potabilidade.

Quadro 2 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 200 e 363 metros.

| PARÂMETROS | PROFUNDIDADE (m) | VAZÃO (m ³ /h) | CLORETOS (mg/L) |
|------------|------------------|---------------------------|-----------------|
| Media | 262,8 | 91,6 | 24,5 |
| Máxima | 363 | 198 | 27,3 |
| Mínima | 201 | 49,5 | 18 |

O **Quadro 3** mostra a vazão máxima dos poços dos Sistemas de Simões Filho em torno de 89 m³/h e relacionada aos poços com profundidades entre 100 e 200 metros. Quanto à qualidade da água os cloretos máximos estão em torno de 24 mg/L, abaixo do valor máximo oficialmente permitido para a potabilidade.

Quadro 3 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 100 e 200 metros.

| PARÂMETROS | PROFUNDIDADE (m) | VAZÃO (m ³ /h) | CLORETOS (mg/L) |
|------------|------------------|---------------------------|-----------------|
| Media | 159,6 | 48,3 | 22,3 |
| Máxima | 200 | 88,98 | 24,5 |
| Mínima | 111 | 34,41 | 14,5 |

O **Quadro 4** mostra a vazão máxima dos poços dos Sistemas de Simões Filho em torno de 9 m³/h e relacionada aos poços com profundidades entre 50 e 100 metros. Quanto à qualidade da água os cloretos máximos estão em torno de 20 mg/L, abaixo do valor máximo oficialmente permitido para a potabilidade.

Quadro 4 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 100 e 200 metros.

| PARÂMETROS | PROFUNDIDADE (m) | VAZÃO (m ³ /h) | CLORETOS (mg/L) |
|------------|------------------|---------------------------|-----------------|
| Media | 62,3 | 5,8 | 17,1 |
| Máxima | 90 | 9 | 20 |
| Mínima | 47 | 3,68 | 0,5 |

2.2 MUNICÍPIO DE CAMAÇARI.

O **Quadro 5** **Quadro 6** mostra a vazão máxima dos poços dos Sistemas de Camaçari em torno de 276 m³/h e também o poço mais profundo 408 metros. Quanto à qualidade da água, o teor máximo de cloretos está em torno de 19 mg/L, muito abaixo do valor máximo permitido para a potabilidade.

Quadro 5 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 200 e 400 metros.

| PARÂMETROS | PROFUNDIDADE (m) | VAZÃO (m³/h) | CLORETOS (mg/L) |
|------------|------------------|--------------|-----------------|
| Media | 320,8 | 172,4 | 8,7 |
| Máxima | 408 | 276,9 | 19 |
| Mínima | 201 | 25 | 0,5 |

O **Quadro 6** mostra a vazão máxima dos poços em torno de 131 m³/h quando relacionada aos poços com profundidades entre 100 e 200 metros. Quanto à qualidade da água, o teor máximo de cloretos está em torno de 85 mg/L, muito abaixo do valor máximo oficialmente permitido para a potabilidade.

Quadro 6 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 100 e 200 metros.

| PARÂMETROS | PROFUNDIDADE (m) | VAZÃO (m³/h) | CLORETOS (mg/L) |
|------------|------------------|--------------|-----------------|
| Media | 154,7 | 40,0 | 14,9 |
| Máxima | 200 | 131,9 | 85,6 |
| Mínima | 117 | 11,9 | 0,5 |

O **Quadro 7** mostra a vazão máxima dos poços em torno de 22 m³/h quando relacionada aos poços com profundidades entre 50 e 100 metros. Quanto à qualidade da água, o teor máximo de cloretos é de 75 mg/L, muito abaixo do valor máximo oficialmente permitido para a potabilidade.

Quadro 7 - Principais Parâmetros dos Poços: Profundidade entre 50 e 100 metros.

| PARÂMETROS | PROFUNDIDADE (m) | VAZÃO (m³/h) | CLORETOS (mg/L) |
|------------|------------------|--------------|-----------------|
| Media | 68,9 | 11,7 | 22,1 |
| Máxima | 82 | 22,6 | 75 |
| Mínima | 50,8 | 1,5 | 0,5 |

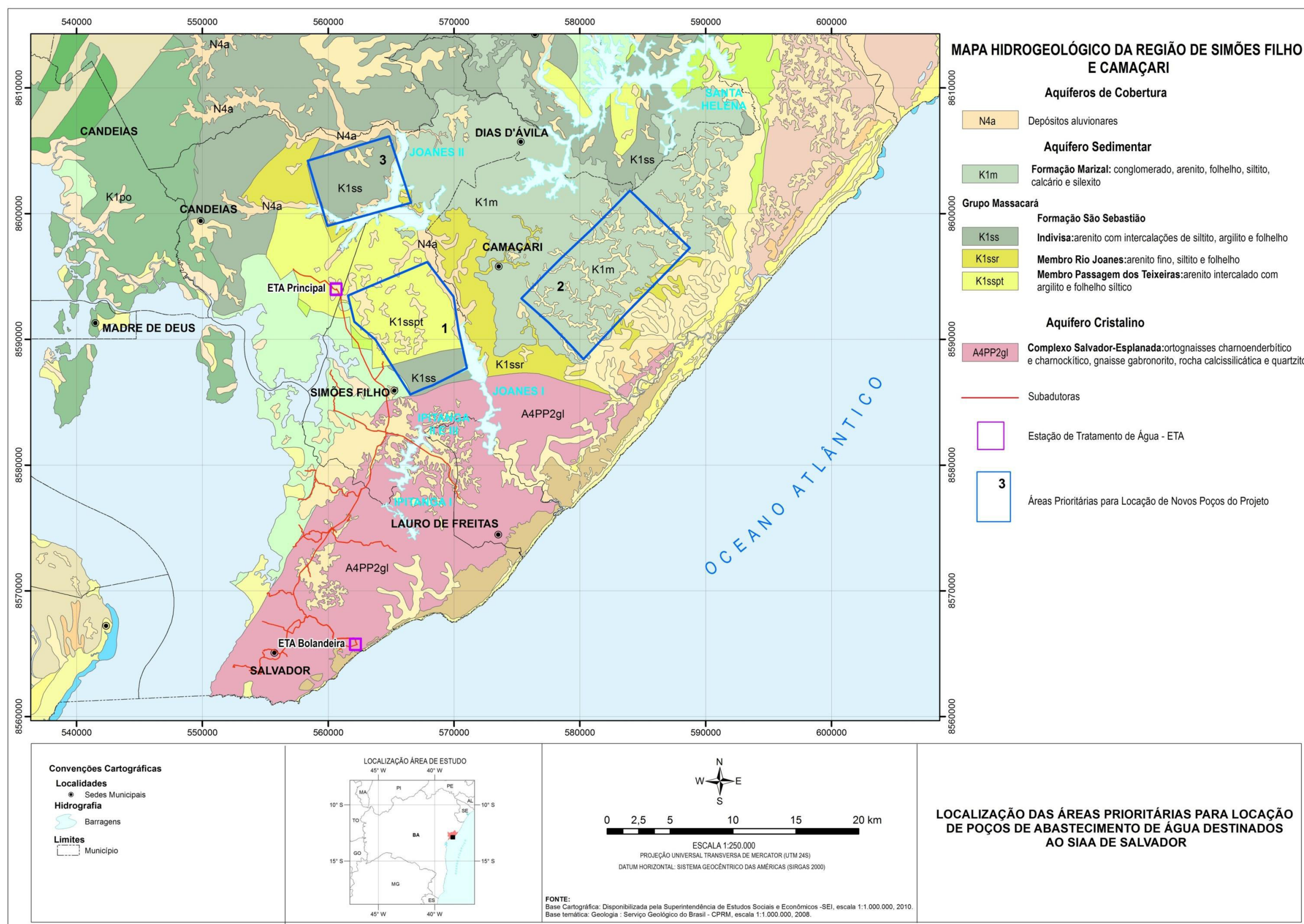


Figura 4 - Localização das Áreas prioritárias para locação de Poços de Abastecimento de Água nos municípios de Simões Filho e Camaçari

As figuras seguintes mostram a evolução das vazões dos poços cadastrados nos Municípios de Simões Filho e Camaçari em conjunto e para cada município separadamente. Observando-se que para o aquífero sedimentar há correlação linear entre a vazão e a profundidade dos poços tanto no município de Simões Filho quanto no Município de Camaçari.

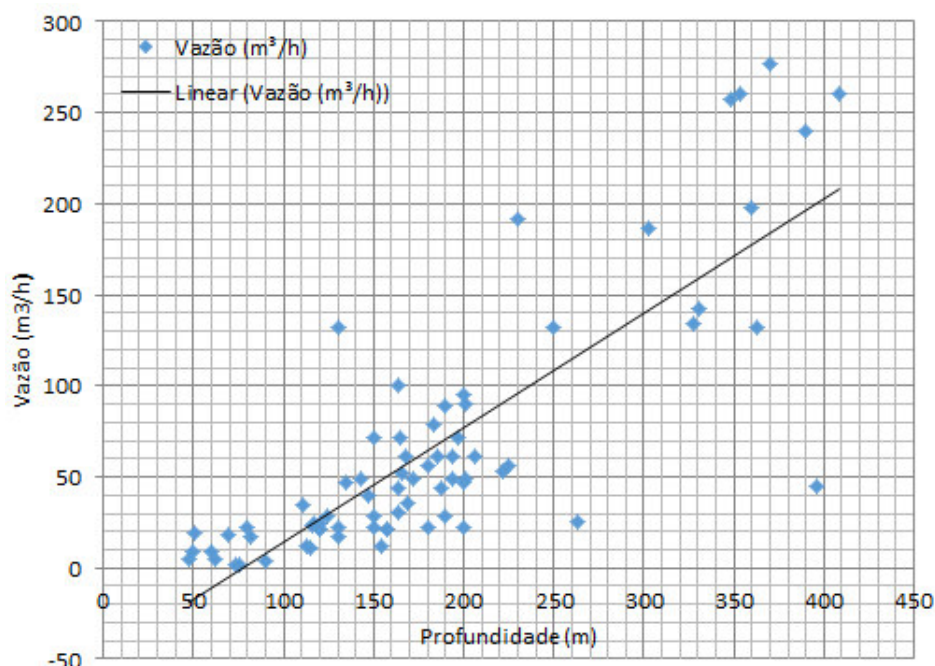


Figura 5 - Evolução da vazão com a profundidade dos poços – Camaçari e Simões Filho.

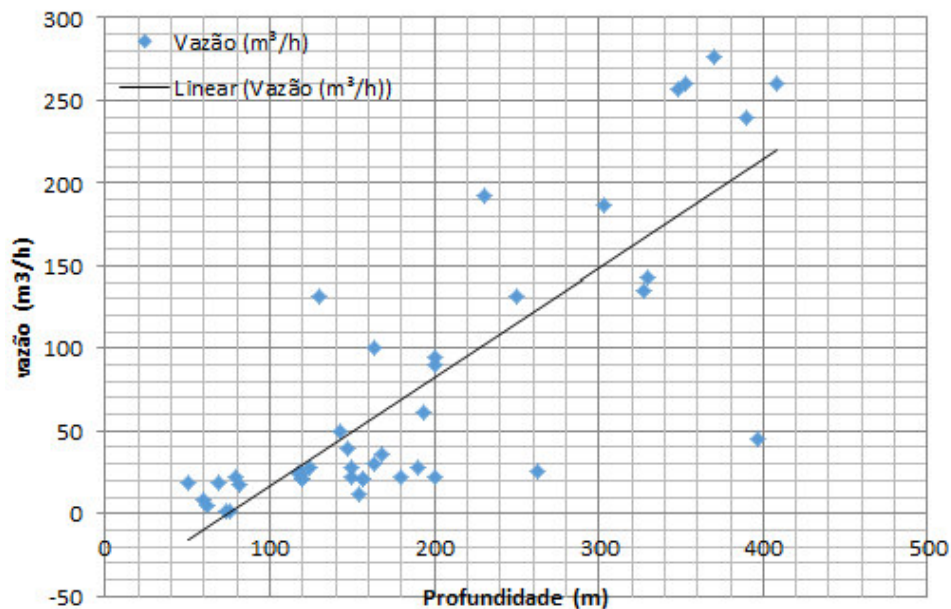


Figura 6 - Evolução da vazão com a profundidade dos poços – Camaçari.

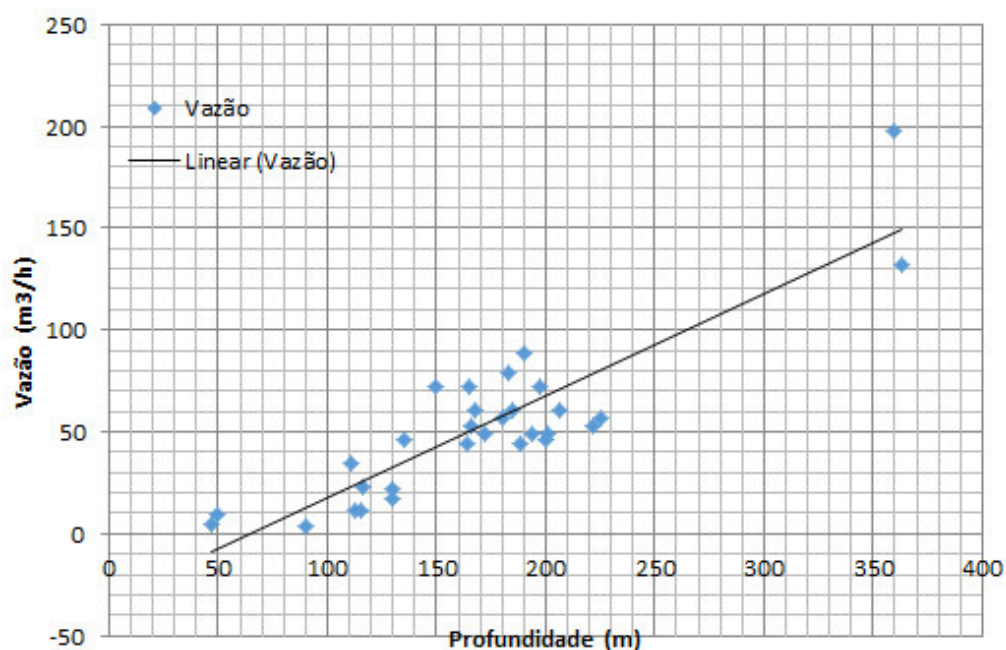


Figura 7 - Evolução da vazão com a profundidade dos poços – Simões Filho.

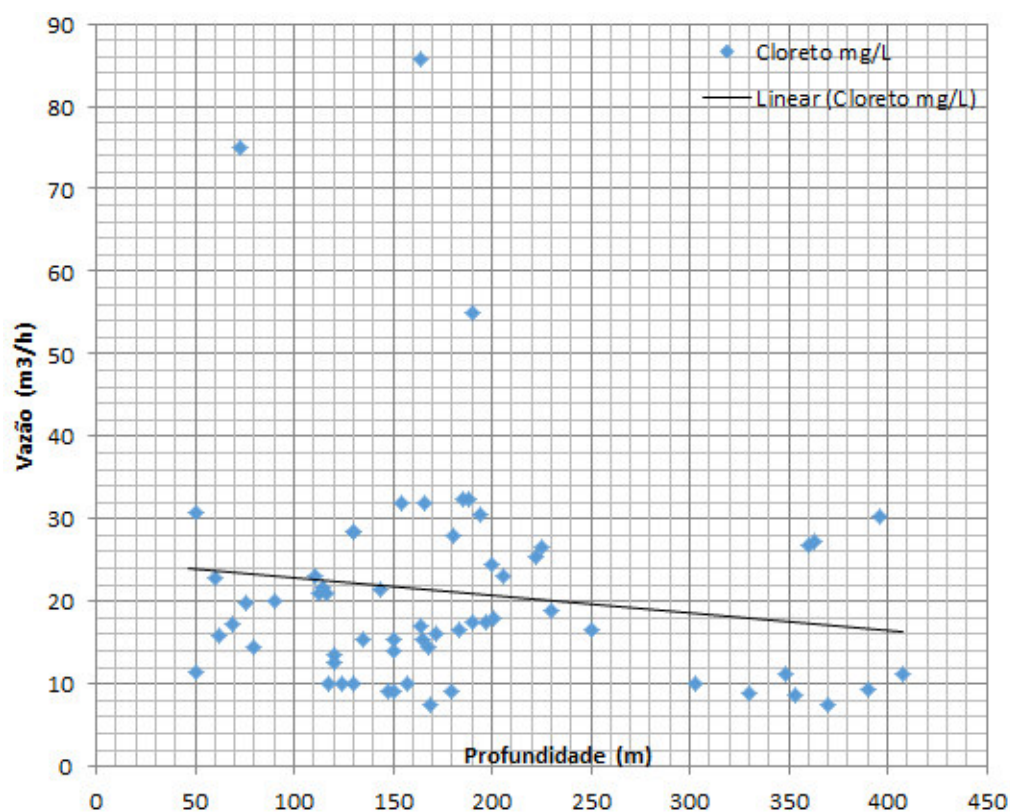


Figura 8 - Evolução dos cloretos com a profundidade dos poços.

3 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

3.1 CONCLUSÕES

Com base na análise do Mapa Hidrogeológico dos Municípios de Simões Filho e Camaçari e da configuração espacial do SIAA de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho conclui-se que as seguintes áreas são prioritárias para locação de novos poços destinados ao abastecimento destes municípios:

- **Área 1:** onde afloram predominantemente sedimentos arenosos identificados como aquífero São Sebastião indiviso e aquífero São Sebastião/Passagem dos Teixeiras.
- **Área 2:** onde afloram predominantemente sedimentos arenosos identificados como aquífero Marizal.
- **Área 3:** onde afloram predominantemente sedimentos arenosos identificados como aquífero São Sebastião indiviso.

Os gráficos das figuras 4, 5 e 6 mostram que a vazão dos poços cadastrados aumenta com a profundidade e a qualidade das águas relativa a cloretos figura 7 tende a diminuir com a profundidade dos poços.

A potencialidade do aquífero, conforme metodologia resumida na Tabela 2 é função da área efetiva de cálculo do potencial aquífero (Figura 3) que totaliza 283 Km². Da aplicação das fórmulas resulta uma potencialidade líquida para uso no SIAA de Salvador de 2,34 m³/s.

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 m³/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.

Observa-se ainda que a margem de garantia da previsão feita para a potencialidade de 2,34 m³/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.

Finalmente com relação às vazões que poderão ser extraídas das baterias de poços a serem implantadas deve levar em conta que o aquífero não é uma caixa de areia homogênea e isotrópica e apesar da constatação de que a vazão aumenta com a profundidade sabe-se que vazões cada vez maiores estarão sujeitas e limitadas a tecnologia de maiores equipamentos de bombeio, maiores custos de energia, além dos custos de perfuração e diâmetros de revestimentos e filtros.

3.2 RECOMENDAÇÕES.

As áreas de locação previstas se encontram na superfície ou deverão atingir em sub-superfície os aquíferos identificados na sequencia sedimentar da bacia do Recôncavo. Entretanto, maiores detalhes da locação dos poços **em campo** devem absolutamente levar em conta os seguintes fatores:

1. Obter ou compilar mapas geológicos de detalhe e semi-detalhe das áreas de locação para identificação dos demais membros da sequencia multicamadas do aquífero Marizal/São Sebastião/Ilhas. Porque os mapeamentos geológicos de detalhe da bacia do Recôncavo são bastante antigos foram realizados pela Petrobrás e não estão disponíveis para acesso público;

2. Mapa geotectônico de detalhe para identificação de possíveis falhas e interconecções entre blocos de diferentes litologias. Porque a identificação das falhas tectônicas da bacia são importantes para orientar a locação de poços e o sucesso da perfuração principalmente nas regiões de borda de bacia.
3. Cadastro de poços do entorno e respectivos perfis geológicos. Fator indispensável para a locação de poços na bacia porque guia as estimativas de profundidade dos níveis estáticos levando à economia da quantidade de metros perfurados para atingir o aquífero.
4. Caminhamentos e perfis geofísicos da área. Para orientação e identificação de contatos entre camadas em sub-superfície e profundidade de níveis d'água.
5. Implantação de rede de monitoramento dos níveis freáticos com o objetivo de medir a flutuação sazonal desses níveis. Para calcular a reserva reguladora do aquífero e fazer uma estimativa mais ampla, sobre perspectivas de aproveitamento do aquífero São Sebastião em maior escala, para atendimento de demandas futuras.
6. Estabelecer zoneamento do aquífero na bacia, além dos zoneamentos e APAs já existentes, com o objetivo de delimitar **áreas de proteção de mananciais**, como reservas estratégicas, exclusivas para abastecimento público humano, com proposição de um Plano de Manejo para garantir o aproveitamento das águas subterrâneas de modo sustentável.

REFERÊNCIAS.

- Bahia. 2003. Secretaria de Infra Estrutura / Superintendência de Recursos Hídricos. *Plano Estadual de Recursos Hídricos*. Consórcio Magna/Brli, Salvador-Ba. CD-Room, Tomo 1 e 2.
- Costa, W.D. 1998. *Avaliação de Reservas, Potencialidade e Disponibilidade de Aquíferos*. Em: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Anais – São Paulo.
- Ghignone, J.1.1979. *Geologia dos Sedimentos Fanerozóicos do Estado da Bahia*. In: INDA, H.A. ed. *Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia*. Salvador, SME/BA. p. 24-117. (Textos Básicos 1).
- Lima, O.A.L. de. 1993. Geophysical evaluation of sandstone aquifers in the Recôncavo-Tucano basin, Bahia - Brazil. *Geophysics*, v. 58, pp. 1689-1702.
- Rebouças, AC. 1985. *Plano Diretor Para O Desenvolvimento do Vale do São Francisco - Diagnóstico Hidrogeológico* – Codevasf – Brasília Df.
- Viana, CF.; Gama, E.G., Jr.; Simões, A.; Moura, JÁ.; Fonseca, J.R.; Lves, RJ. 1971. *Revisão Estratigráfica da Bacia Recôncavo/ Tucano*. *Boi Técn. PETROBRÁS*, 146(3/4):157-192.

ANEXO

| N. ORD | Município | Nome | Localidade | UTM_x | UTM_y | Prof (m) | ND (m) | N E (m) | Vazão (m³/h) | Cloreto mg/l | AQUÍFERO |
|--------|--------------|-----------------|------------------------------------|-------------|-------------|----------|--------|---------|--------------|--------------|---------------|
| 1 | Camaçari | CERB 3 | BORRACHARIA DE PARAFUSO I | 574287,7541 | 8587930,525 | 75,5 | 65,98 | 3,64 | 1,5 | 19,9 | São Sebastião |
| 2 | Camaçari | CERB 1-10083/12 | MACHADINHO - NORTE (LINHA VERDE) I | 583701 | 8588753 | 396,5 | 181,3 | 39,19 | 45 | 30,4 | Barreiras |
| 3 | Camaçari | CERB 1-225/74 | PARAFUSO I | 572300 | 8588800 | 73 | 58,75 | 6,97 | 1,76 | 75 | São Sebastião |
| 4 | Camaçari | 1-1089/80 | PARAFUSO III | 572454 | 8588845 | 200 | 134,44 | 1,16 | 22,61 | 0 | Barreiras |
| 5 | Camaçari | CERB 1-888/79 | PARAFUSO II | 572364 | 8588938 | 154,4 | 48,98 | 3,12 | 11,99 | 32 | São Sebastião |
| 6 | Camaçari | CERB 1-1116/80 | ORLA I | 578365 | 8589260 | 303 | 61,71 | 5,23 | 186,12 | 10 | Marizal |
| 7 | Camaçari | 1_10236 | MACHADINHO NORTE II I | 583161,5634 | 8589988,509 | 230 | 129,18 | 31,11 | 192 | 19 | Barreiras |
| 8 | Camaçari | CERB 1-8946/08 | MACHADINHO I | 577975 | 8590059 | 330,3 | 98,06 | 43,34 | 142,78 | 8,89 | Marizal |
| 9 | Camaçari | 3_5849 | FONTE SAINT GERMAN I | 574729,0243 | 8590598,831 | 194 | 32,14 | 15,43 | 60,9 | 0 | Marizal |
| 10 | Camaçari | CERB 1-10096/12 | SEDE X | 576922 | 8590646 | 353,14 | 126,6 | 44,69 | 260,3 | 8,71 | Marizal |
| 11 | Camaçari | h-04001 | Machadinho 05 | 577085,9038 | 8591158,786 | 328 | 65,53 | 32 | 134,68 | 0 | Marizal |
| 12 | Camaçari | CERB 1-10010/12 | SEDE IX | 576350 | 8591324 | 408 | 89,26 | 14,65 | 260,3 | 11,3 | Marizal |
| 13 | Camaçari | 1_7086 | CORDEBRAS I | 574664,1216 | 8592285,532 | 124 | 40,51 | 29,65 | 28,29 | 9,94 | Marizal |
| 14 | Camaçari | CERB 1-8652/07 | SEDE V | 576840 | 8593627 | 348,2 | 76,05 | 33,75 | 257,14 | 11,1 | Marizal |
| 15 | Camaçari | CERB 1-8686/07 | SEDE VI | 574518 | 8594001 | 370 | 75,82 | 31,86 | 276,92 | 7,51 | Marizal |
| 16 | Camaçari | 3_446 | CIQUEINI III | 573161,9396 | 8594470,665 | 263 | 87 | 14 | 25 | 0 | Marizal |
| 17 | Camaçari | 2_63 | Sede | 573614,3881 | 8594500,173 | 120 | 50,95 | 11,55 | 21,16 | 0 | Marizal |
| 18 | Camaçari | 3_441 | CERAMUS BAHIA I | 575514,5229 | 8594525,856 | 164 | 27 | 10 | 100 | 0 | Marizal |
| 19 | Camaçari | 1_521 | Sede | 573102,2456 | 8594716,542 | 157 | 43,4 | 9,1 | 20,8 | 0 | Marizal |
| 20 | Camaçari | CERB 1-1278/81 | CETREL | 583991 | 8594866 | 79,35 | 30,55 | 16,38 | 22,6 | 14,5 | Marizal |
| 21 | Camaçari | CERB 1-1514/82 | RHODIA NORDESTE S/A | 569213 | 8595029 | 250 | 69,27 | 36,37 | 131,97 | 16,64 | Barreiras |
| 22 | Camaçari | CERB 1-556/77 | PHOC I | 572592 | 8595389 | 150 | 39,09 | 7,15 | 22,6 | 9 | São Sebastião |
| 23 | Camaçari | CERB 1-521/76 | SEDE III | 573600 | 8595400 | 157 | 43,4 | 9,1 | 20,81 | 10 | Marizal |
| 24 | Camaçari | CERB 1-570/77 | PHOC II | 572300 | 8595800 | 150 | 36,22 | 23,8 | 28,26 | 14 | Marizal |
| 25 | Camaçari | CERB 3-5144/00 | NORPACK | 575307 | 8595966 | 60 | 23 | 5 | 8,5 | 22,81 | São Sebastião |
| 26 | Camaçari | CERB 2-63/73 | SEDE II | 571850 | 8596020 | 120 | 50,95 | 11,55 | 21,16 | 12,5 | São Sebastião |
| 27 | Camaçari | CERB 1-748/78 | PEDREIRAS VALERIA | 573700 | 8596080 | 50,8 | 15,45 | 6,25 | 18,82 | 11,5 | Marizal |
| 28 | Camaçari | CERB 2-60/73 | SEDE I | 571850 | 8596200 | 117 | 39,73 | 5,45 | 24,8 | 10 | Marizal |
| 29 | Camaçari | CERB 1-553/77 | SEDE IV | 573200 | 8596400 | 168,5 | 23,57 | 0 | 36 | 7,5 | São Sebastião |
| 30 | Camaçari | CERB 1-929/79 | CARAIBA METAIS IV | 573016 | 8596432 | 130 | 16,35 | 0 | 131,98 | 10 | São Sebastião |
| 31 | Camaçari | CERB 1-2195/84 | CETREL II | 576576 | 8596515 | 69 | 31,11 | 0,85 | 18,39 | 17,31 | Marizal |
| 32 | Camaçari | CERB 1-932/79 | MELAMINA V | 574193 | 8596583 | 180 | 37,21 | 18,7 | 22,61 | 9 | Marizal |
| 33 | Camaçari | CERB 1-3146/85 | ABRIGO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS | 571991 | 8596619 | 62 | 42,22 | 10,8 | 4,68 | 15,78 | São Sebastião |
| 34 | Camaçari | CERB 1-982/80 | GLEBA B | 572384 | 8596649 | 120 | 33,74 | 14,84 | 24,73 | 13,5 | São Sebastião |
| 35 | Camaçari | CERB 1-9720/10 | ESPAÇO ALFA 7/POÇO 7/ SEDE | 574677 | 8597073 | 390 | 48,73 | 20,34 | 240 | 9,38 | Marizal |
| 36 | Camaçari | CERB 1-5366/93 | CEPED II | 571842 | 8597234 | 164 | 62,35 | 28,36 | 30,45 | 85,67 | São Sebastião |
| 37 | Camaçari | 1_220 | COPEC | 571993,2428 | 8597422,727 | 82 | 35,97 | 7,97 | 17,56 | 0 | São Sebastião |
| 38 | Camaçari | CERB 1-772/78 | COPEC III | 572597 | 8597478 | 190 | 30 | 16,35 | 28,26 | 55 | São Sebastião |
| 39 | Camaçari | 3_438 | COMPANHIA ANTARCTICA PAULISTA I | 573019,3778 | 8597665,908 | 201 | 16,8 | 8 | 90 | 0 | Marizal |
| 40 | Camaçari | 3_439 | COMPANHIA ANTARCTICA PAULISTA II | 572838,8427 | 8597850,618 | 200 | 15,8 | 5 | 95 | 0 | São Sebastião |
| 41 | Camaçari | CERB 1-142/74 | CEPED I | 569432 | 8598131 | 143,2 | 34,2 | 10,6 | 49,5 | 21,5 | Barreiras |
| 42 | Camaçari | CERB 1-697/78 | CARAIBA METAIS | 568740 | 8598716 | 147,5 | 43,12 | 17,44 | 39,6 | 9 | São Sebastião |
| 43 | Simões Filho | CERB 1-277/75 | GOES CALMON I | 568800 | 8586600 | 90 | 69,55 | 1,97 | 3,68 | 20 | São Sebastião |
| 44 | Simões Filho | 1558 | GOES CALMON | 569493,8219 | 8586799,926 | 130 | 80,21 | 0 | 21,99 | 28,5 | São Sebastião |
| 45 | Simões Filho | CERB 1-394/76 | GOES CALMON II | 569855,9711 | 8586952,64 | 112,6 | 36,13 | 2,55 | 11,62 | 21 | São Sebastião |
| 46 | Simões Filho | CERB 1-709/78 | ETERNIT | 564620,4918 | 8591603,871 | 116 | 53,65 | 19,14 | 23,29 | 21 | São Sebastião |
| 47 | Simões Filho | 3_2719 | Cerâmica Poty | 565888,9957 | 8592461,033 | 47 | 13 | 6,5 | 5 | 0 | São Sebastião |
| 48 | Simões Filho | CERB 1-4834/89 | POSTO FISCAL-HONORATO V CASTRO | 561095 | 8592529 | 50 | 29,88 | 1,35 | 9 | 30,83 | Pojuca |
| 49 | Simões Filho | CERB 2-195/74 | COVA DE DEFUNTO CIA-41 | 561793 | 8594647 | 135 | 58,2 | 6 | 46,58 | 15,5 | Barreiras |
| 50 | Simões Filho | CERB 2-200/74 | COVA DE DEFUNTO - CIA-39 | 561672 | 8594677 | 201 | 49,48 | 0 | 49,5 | 18 | Barreiras |
| 51 | Simões Filho | CERB 2-202/74 | COVA DE DEFUNTO - CIA-42 | 562245 | 8594745 | 165 | 34,77 | 0 | 72 | 15,5 | São Sebastião |
| 52 | Simões Filho | CERB 2-163/73 | COVA DE DEFUNTO-CIA-23 | 562548 | 8595382 | 222 | 52,56 | 4,38 | 52,77 | 25,5 | São Sebastião |
| 53 | Simões Filho | CERB 2-146/73 | COVA DE DEFUNTO-CIA-22 | 562308 | 8595628 | 185 | 50,36 | 0,86 | 60,92 | 32,5 | Barreiras |
| 54 | Simões Filho | CERB 2-189/74 | COVA DE DEFUNTO - CIA-36 | 562398 | 8595812 | 188 | 54,99 | 4,29 | 44 | 32,5 | Barreiras |
| 55 | Simões Filho | 1103 | PALMARES | 566047,925 | 8595962,682 | 111 | 17,55 | 4,06 | 34,41 | 23,06 | São Sebastião |
| 56 | Simões Filho | CERB 2-178/73 | COVA DE DEFUNTO - CIA 27 | 562218 | 8595967 | 225 | 49,24 | 3,18 | 56,57 | 26,5 | São Sebastião |
| 57 | Simões Filho | CERB 2-196/74 | COVA DE DEFUNTO - CIA-33 | 562550 | 8596028 | 150 | 40,23 | 0 | 72 | 15,5 | São Sebastião |
| 58 | Simões Filho | CERB 2-148/73 | COVA DE DEFUNTO-CIA-24. | 562761 | 8596057 | 180,7 | 57,78 | 16,87 | 56,57 | 28 | São Sebastião |
| 59 | Simões Filho | CERB 2-188/74 | COVA DE DEFUNTO - CIA-32 | 562489 | 8596058 | 172 | 48,37 | 0 | 49,5 | 16 | São Sebastião |
| 60 | Simões Filho | CERB 2-179/74 | COVA DE DEFUNTO CIA-30 | 562731 | 8596088 | 206 | 47,22 | 13,43 | 60,9 | 23 | São Sebastião |
| 61 | Simões Filho | CERB 2-199/74 | COVA DE DEFUNTO - CIA-38 | 562429 | 8596089 | 168 | 43,03 | 0 | 60,92 | 14,5 | São Sebastião |
| 62 | Simões Filho | 2-156/73 | COVA DE DEFUNTO - CIA 25 | 562611 | 8596150 | 130 | 80,21 | 0 | 17,2 | 28,5 | São Sebastião |
| 63 | Simões Filho | CERB 2-171/73 | COVA DE DEFUNTO CIA-29 | 563063 | 8596272 | 200 | 62,57 | 26,11 | 46,58 | 24,5 | São Sebastião |
| 64 | Simões Filho | CERB 2-204/74 | COVA DE DEFUNTO - CIA-40 | 562490 | 8596365 | 190 | 32,09 | 0 | 88,98 | 17,5 | São Sebastião |
| 65 | Simões Filho | CERB 2-192/74 | COVA DE DEFUNTO - CIA-34 | 563456 | 8596455 | 197 | 39,93 | 0 | 72 | 17,5 | São Sebastião |
| 66 | Simões Filho | 3396 | DOW QUIMICA | 562640,939 | 8596461,888 | 363 | 67,44 | 27,74 | 131,97 | 27,3 | São Sebastião |
| 67 | Simões Filho | CERB 2-167/73 | COVA DE DEFUNTO CIA-26 | 562974 | 8596763 | 194 | 59,58 | 0 | 49,5 | 30,5 | São Sebastião |
| 68 | Simões Filho | CERB 2-181/74 | COVA DE DEFUNTO CIA-31 | 562823 | 8596764 | 183 | 47 | 0 | 79,2 | 16,5 | São Sebastião |
| 69 | Simões Filho | CERB 2-182/74 | COVA DE DEFUNTO CIA-35 | 562853 | 8596886 | 166 | 50,9 | 0 | 52,58 | 32 | São Sebastião |
| 70 | Simões Filho | CERB 1-3351/85 | DOW QUÍMICA I | 563185,4698 | 8597197,978 | 360 | 73,6 | 13,4 | 198 | 26,91 | São Sebastião |
| 71 | Simões Filho | CERB 2-201/74 | COVA DE DEFUNTO - CIA-37 | 563849 | 8597223 | 164 | 57,43 | 3,52 | 44 | 17 | São Sebastião |
| 72 | Simões Filho | CERB 1-2952/85 | PARQUE DE JOANES II (BARRAGEM) | 566234 | 8598169 | 115 | 50,87 | 15,94 | 10,98 | 21,6 | São Sebastião |

APENDICE 3

CRITÉRIOS DE PROJETO

APENDICE 3 - CRITÉRIOS DE PROJETO

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | CRITÉRIOS TÉCNICOS | 4 |
| 1.1 | CAPTAÇÃO | 4 |
| 1.2 | ADUTORAS | 4 |
| 1.3 | ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS..... | 6 |
| 1.4 | RESERVAÇÃO | 6 |
| 1.5 | REDE DE DISTRIBUIÇÃO..... | 6 |
| 2 | CRITÉRIOS DE CUSTOS..... | 7 |
| 2.1 | CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO..... | 7 |
| 2.1.1 | Custo Unitário de Tubulação para Adutora | 7 |
| 2.1.2 | Custo de Captação Flutuante..... | 12 |
| 2.1.3 | Custo de Poço Tubular | 13 |
| 2.1.4 | Custo de Estação Elevatória | 14 |
| 2.1.5 | Custo de ETA Filtro Russo..... | 15 |
| 2.1.6 | Custo de ETA Convencional | 15 |
| 2.1.7 | Custo de Tratamento dos Efluentes da ETA..... | 16 |
| 2.1.8 | Custo de Reservatório Apoiado..... | 16 |
| 2.1.9 | Custo de Reservatório Elevado | 17 |
| 2.1.10 | Custo de Rede de Distribuição | 19 |
| 2.1.11 | Custo das Ligações Domiciliares | 21 |
| 2.1.12 | Custos das Desapropriações..... | 21 |
| 2.1.13 | Custos das Instalações Elétricas | 21 |
| 2.2 | CUSTOS OPERACIONAIS..... | 27 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Vala para Implantação de Adutora com Tubulação Flexível | 8 |
| Figura 2 - Vala para Implantação de Adutora com Tubulação Rígida (Ferro Fundido) | 8 |
| Figura 3 - Vala para Implantação de Adutora com Tubulação Rígida (Aço Carbono) | 9 |
| Figura 4 - Custo de Captação Flutuante em Função da Potência Instalada | 12 |
| Figura 5 - Custo do Sistema de Recalque do Poço Tubular | 13 |
| Figura 6 – Custo da Perfuração do Poço Tubular | 13 |
| Figura 7 – Custo da Estação Elevatória de Pequeno Porte em Função da Potência Instalada | 14 |
| Figura 8 - Custo da Estação Elevatória de Grande Porte em Função do Produto da Potência Instalada "vezes" a Vazão Total | 14 |
| Figura 9 - Custos da ETA do Tipo Filtro Russo | 15 |
| Figura 10 - Custo da ETA Convencional | 15 |
| Figura 11 - Custo da Estação de Tratamento dos Efluentes da ETA | 16 |
| Figura 12 - Custo do Reservatório Apoiado (25 a 300m ³) | 16 |
| Figura 13 - Custo do Reservatório Apoiado (400 a 8.700m ³) | 17 |
| Figura 14 - Custo do Reservatório Elevado 15 a 250m ³ (Fuste de 12,00m) | 17 |
| Figura 15 - Custo do Reservatório Elevado 15 a 250m ³ (Fuste de 16,00m) | 18 |
| Figura 16 - Custo do Reservatório Elevado 300 a 500m ³ (Fuste de 15,00m) | 18 |
| Figura 17 - Custo do Reservatório Elevado 300 a 500m ³ (Fuste de 20,00m) | 19 |
| Figura 18 - Mapa do sistema elétrico da Coelba na região Metropolitana de Salvador | 22 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Equações Hidráulicas Para Perda de Carga Distribuída de Adutora | 4 |
| Quadro 2 - Percentuais dos Solos Previstos nas Valas das Adutoras | 9 |
| Quadro 3 – Custos Unitários das Adutoras, em Reais | 10 |
| Quadro 4 - Custos Unitários das Tubulações em Aço Carbono, em Reais | 11 |
| Quadro 5 - Custo Unitário de Mangote para Captação Flutuante | 12 |
| Quadro 6 – Custos Unitários Tubulações das Redes de Distribuição, em Reais | 19 |
| Quadro 7 - Percentual da Rede Secundária a ser Implantada | 20 |
| Quadro 8 - Resumo dos custos das instalações elétricas para as diversas elevatórias consideradas nos estudos de alternativas do SIAA de Salvador | 25 |
| Quadro 9 - Custos por alternativas do SIAA de Salvador | 26 |
| Quadro 10 – Custos de Energia Elétrica | 27 |
| Quadro 11 – Despesa Anual com Pessoal por Estação Elevatória | 28 |
| Quadro 12 - Custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água tratada na ETA Principal | 28 |
| Quadro 13 - Custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água explorada nos poços | 29 |

1 CRITÉRIOS TÉCNICOS

Os critérios e parâmetros apresentados neste item foram utilizados, sempre que possível, nos dimensionamentos das unidades hidromecânicas dos sistemas de abastecimento de água que estão inseridos na área de abrangência do SIAA de Salvador.

Evidentemente, por conta do caráter do estudo, que consiste de um Plano de Abastecimento de Água, alguns critérios e parâmetros aqui apresentados podem ser utilizados com certa flexibilidade e, também, revistos na fase dos respectivos projetos executivos. Apenas para exemplificar, os materiais sugeridos para as tubulações das adutoras podem ser substituídos, na fase dos respectivos projetos, por outros similares, desde que apresentem vantagens em termos de custos, prazo de fornecimento ou mesmo outros aspectos de interesse da EMBASA, porém, respeitando-se as condições operacionais previstas para o sistema em estudo.

1.1 CAPTAÇÃO

Para o dimensionamento da unidade de captação, foi previsto o seguinte acréscimo na demanda da cidade, em função do tipo de manancial:

- Manancial de superfície: 5% de acréscimo para atender as perdas nas lavagens da ETA; e
- Manancial subterrâneo: 20% de acréscimo para atender uma operação de 20 h/dia. Assim, evita-se superaquecimento e desgastes do conjunto elevatório e respectiva instalação elétrica.

1.2 ADUTORAS

Para o cálculo da perda de carga distribuída da adutora foi utilizada a Fórmula Universal (Darcy-Weisbach), com o coeficiente “f” de Colebrook, conforme apresentada no **Quadro 1**, a seguir:

Quadro 1 - Equações Hidráulicas Para Perda de Carga Distribuída de Adutora

| DESCRIÇÃO | EQUAÇÃO |
|------------------------------------|---|
| Velocidade | $V = (4 \times Q) / (\pi \times D^2)$ |
| Número de Reynolds | $Re = V \times D / \nu$ |
| Coefficiente de Perda de Carga (f) | $1 / f^{(1/2)} = -2 \times \text{Log} \times \{k / (3,7 \times D) + 2,51 / (Re \times f^{(1/2)})\}$ |
| Perda de Carga Distribuída (H) | $H = f \times L \times V^2 / (D \times 2 \times g)$ |

Sendo:

V = Velocidade da água (m/s);

Q = Vazão (m³/s);

D = Diâmetro interno da adutora (m);

Re = Número de Reynolds;

μ = Viscosidade cinemática da água a 20° C (10⁻⁶ m²/s);

K = Coeficiente de rugosidade (m);

f = Fator de fricção (Colebrook);

H = Perda de carga distribuída (Darcy-Weisbach) (m).

L = Extensão da adutora (m);

g = Aceleração da Gravidade = 9,81 m/s²;

Para as tubulações das novas adutoras, foram previstos os seguintes materiais:

- Diâmetros até 300mm..... PVC DEFºFº
- Diâmetros superiores a 300mm.....Ferro Fundido

Para efeito do cálculo da perda de carga distribuída da adutora, foram utilizados os seguintes coeficientes de rugosidade (K):

- Adutoras em Ferro Fundido ou Aço Carbono Nova..... K = 0,20
- Adutoras em Ferro Fundido ou Aço Carbono Existente..... K = 1,00
- Adutoras em PVC Nova..... K = 0,12
- Adutoras em PVC Existente..... K = 0,50

No que se refere à perda de carga localizada em adutoras, foram considerados os seguintes valores:

- Adutora por Gravidade
 - Perda de Carga localizada ao longo da adutora igual a 5% da Perda de Carga distribuída, exceto nos sistemas que tenham sido modelados pelo software EPANET;
 - Perda de Carga localizada na estrutura de chegada igual a 1,00m, exceto nas adutoras modeladas pelo software EPANET, nas quais foram previstas válvulas para o balanceamento do sistema com valores de perda de carga de acordo com as necessidades para o bom funcionamento do sistema.
- Adutora por Recalque
 - Perda de Carga localizada ao longo da adutora igual a 5% da Perda de Carga distribuída;
 - Perda de Carga localizada na estação elevatória igual a 1,00m; e
 - Perda de Carga localizada na estrutura de chegada igual a 1,00m.

Nos dimensionamentos das adutoras, foram considerados ainda os seguintes parâmetros:

- Velocidade: foi adotada a faixa de 0,6 m/s a 1,6m/s (de forma orientativa), conforme recomendação de várias bibliografias da área de saneamento. Essa faixa de velocidades leva em conta aspectos econômicos para implantação e manutenção da adutora, efeitos de transientes hidráulicos, desgaste das tubulações, dentre outros fatores.

Para velocidade máxima admissível foram utilizados critérios já consolidados pela boa prática da engenharia e presente na literatura a exemplo de Granados, 1990:

- Para diâmetro entre 300 mm e 1000 mm não se recomenda velocidades acima de 3,0 m/s; e
 - Para diâmetros acima de 1000 mm propõe-se a fórmula $V_{m\acute{a}x} = 2 + D$, sendo D = diâmetro em metros e $V_{m\acute{a}x}$ = velocidade máxima em m/s.
- Perda de Carga Unitária: de acordo com recomendações bibliográficas, a exemplo de Porto, 2006, foi respeitado o limite de 10 m/km;

As adutoras por recalque, com extensão superior a 500 metros, foram determinadas, em termos de diâmetro e material da tubulação, através de estudo econômico, considerando-se custo de tubulação e gastos com energia elétrica, em valor presente, conforme metodologia apresentada a seguir.

- Custo de tubulação

O custo unitário da tubulação de cada alternativa estudada foi obtido a partir das planilhas orçamentárias da EMBASA de julho/2014 e estão apresentados no **item 2** (CRITÉRIOS DE CUSTO) deste relatório.

– Custo de Energia Elétrica

A despesa com energia elétrica de cada sistema de bombeamento foi obtida a partir da metodologia e custos unitários apresentados no **item 2** (CRITÉRIOS DE CUSTO) deste relatório.

1.3 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Para os novos conjuntos elevatórios, foram adotados os seguintes critérios:

- Altura Manométrica: não ultrapassar o valor de 100 mca, conforme recomendação da EMBASA. Essa solução permite flexibilizar a seleção de outros materiais para as tubulações, com classe de pressão de 10 Kg/cm²; e
- Rotação: não superior a 1.750 rpm (preferencialmente); e
- Período de Operação: 24 horas por dia. Como serão implantados pelo menos 2 conjuntos elevatórios, com operação alternada entre os mesmos, esse período de operação não deverá implicar em superaquecimento do conjunto elevatório.

1.4 RESERVAÇÃO

Foi adotada uma reservação entre 1/4 (25%) e 1/3 (33,3%) do consumo máximo diário de cada setor de abastecimento, segundo critério estabelecido na Norma NBR 594 – Elaboração de Projetos Hidráulicos de Redes de Distribuição de Água Potável para Abastecimento Público e também amplamente adotado em projetos de saneamento e aceito pelas concessionárias públicas de água.

1.5 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Para os dimensionamentos dos anéis principais e das linhas tronco das redes de distribuição de água, foram respeitadas as seguintes recomendações da Norma NBR-12218 /NB-594/77:

- Pressões
 - Pressão estática máxima: foi adotada a pressão máxima de 50 m.c.a., tolerando-se, no entanto, que em 10% da área estudada a pressão se situe entre 50 e 60 m.c.a. e em 5% da área analisada a pressão fique no intervalo de 60 a 70 m.c.a.; e
 - Pressão dinâmica mínima: foi adotado o valor de 15 m.c.a., uma vez que os estudos das redes apresentadas no PARMS não contemplam as redes secundárias. São toleradas pressões mínimas de até 10 m.c.a., desde que estejam presentes em no máximo 10% da área da Zona de Abastecimento.
- Coeficiente de rugosidade (k) igual a 3 mm;

De acordo com ensaios de pitometria realizados pela EMBASA, a variação do coeficiente de rugosidade das redes existentes em Salvador é muito grande, com valores que oscilam de 0,3 mm, para redes de 7 anos de uso, até 7,0 mm, para algumas redes da Cidade Baixa, com cerca de 40 anos de uso.

Tendo em vista que as redes previstas no PARMS são relativamente antigas e visando uniformizar os estudos sobre essas unidades, recomenda-se que seja adotado um coeficiente de rugosidade único, no valor de 3,0 mm. Este caráter conservativo conferiu maior segurança às avaliações hidráulicas aqui realizadas.

- Coeficiente de reforço máximo diário (k1) igual a 1,2;
- Coeficiente de reforço máximo horário (k2) igual a 1,5;
- Utilização da Fórmula Universal (Darcy-Weisbach) para o dimensionamento e verificação;
- Utilização do N.A. médio dos reservatórios para a simulação hidráulica; e

- Perda de carga unitária máxima (8 m/km)

Este critério foi utilizado de forma orientativa. A perda de carga unitária máxima, cujo valor consagrado é de $J = 8 \text{ m/km}$ (conforme recomenda a boa prática da engenharia), visa sinalizar a melhor condição hidráulica em que também os aspectos econômicos são levados em conta no dimensionamento de tubulações de redes de distribuição de água. Desde que o valor $J \leq 8 \text{ m/km}$, o diâmetro do trecho em análise não necessita ser ampliado. Caso este valor limite venha a ser ultrapassado caberá uma avaliação na qual evidencia-se a necessidade (ou não) de se elevar o diâmetro do trecho em questão.

2 CRITÉRIOS DE CUSTOS

2.1 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Para estimar os investimentos e gastos operacionais dos sistemas de abastecimento de água previstos no Edital, foi adotado o critério de custo parametrizado, conforme apresentado no decorrer deste capítulo, tendo em conta que nesta fase de estudo, que consiste de um Plano de Abastecimento de Água, não se dispõe de elementos, tais como, levantamentos topográficos/geotécnicos, projetos hidráulicos, elétricos e estruturais, que poderiam subsidiar a elaboração de orçamentos mais detalhados.

Para elaboração dos custos unitários, cuja data base é Julho/2014, foram utilizadas as seguintes fontes:

- Manual de Preços Médios / Unidades Padronizadas de SAA e SES, 2ª Edição, de Set/2006, Elaborado pelo EOR/EMBASA;
- Custo de unidades de abastecimento de água de projetos desenvolvidos na própria Geohidro;
- Custo de unidades de projetos disponibilizados pela EMBASA, a responsável pela implantação/operação da maioria dos SAA's do Estado da Bahia; e
- Planilhas orçamentárias elaboradas pelo EOR – Departamento de Orçamento da EMBASA da EMBASA, de julho/2014.

O trabalho foi estruturado considerando-se os gastos mais relevantes de um sistema de abastecimento de água, quais sejam:

- Investimentos: para estimar os recursos necessários para a implantação do sistema, o estudo apresenta os Custos Unitários de Unidades Hidromecânicas, tais como, captações, poços tubulares, adutoras, reservatórios, estações elevatórias, estações de tratamento de água, etc.;
- Custo de Desapropriação: esses custos serão utilizados apenas nos sistemas com previsão de utilizar áreas de outros proprietários; e
- Gastos Operacionais: são apresentados os gastos operacionais mais significativos, ou seja, despesas com pessoal, energia elétrica e produtos químicos.

2.1.1 Custo Unitário de Tubulação para Adutora

O custo total de cada tubulação foi estimado a partir das planilhas da EMBASA, de Jul/2014, com exceção das tubulações em Aço cujo custo foi calculado com base na proposta fornecida pela Hydrostec, de Mai/2014.

Além do custo do fornecimento da tubulação, foi considerado um valor para aquisição das singularidades (conexões, válvulas e peças), a serem instaladas ao longo das adutoras. No presente estudo, admitiu-se que o custo das singularidades corresponde a 5% do custo da tubulação.

Para a composição dos custos foram considerados serviços para a implantação das adutoras, tais como, escavações, reaterros de valas, assentamentos, escoramentos, esgotamento de valas.

No caso das tubulações em aço carbono, foram considerados também custos de serviços montagem inerentes ao material, tais como: proteção catódica, teste e ensaio de campo, solda, lançamento de tubulação em vala e revestimento de juntas. Para cada um desses serviços foi acrescido um percentual sobre o custo da tubulação de aço:

- Testes e ensaios 3%;
- Solda, lançamento e revestimento de juntas 28% e;
- Proteção catódica 6%

Os custos relativos aos serviços para a implantação das adutoras foram obtidos a partir dos seguintes critérios e parâmetros básicos:

• Seção Típica da Vala da Adutora

A vala prevista para a implantação de qualquer adutora terá uma seção do tipo retangular, porém com distinção do material de reaterro entre tubulações rígida (ferro fundido e aço carbono) e flexível (PVC PBA e PVC DEF^oF^o), conforme **Figura 1**, **Figura 2** e **Figura 3** apresentadas a seguir.

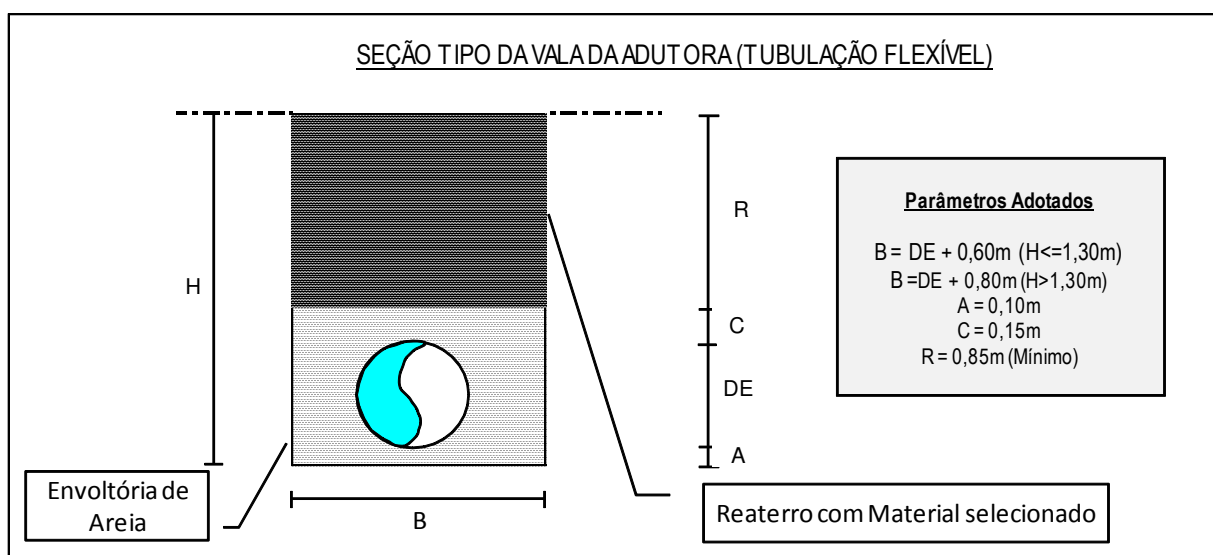


Figura 1 - Vala para Implantação de Adutora com Tubulação Flexível

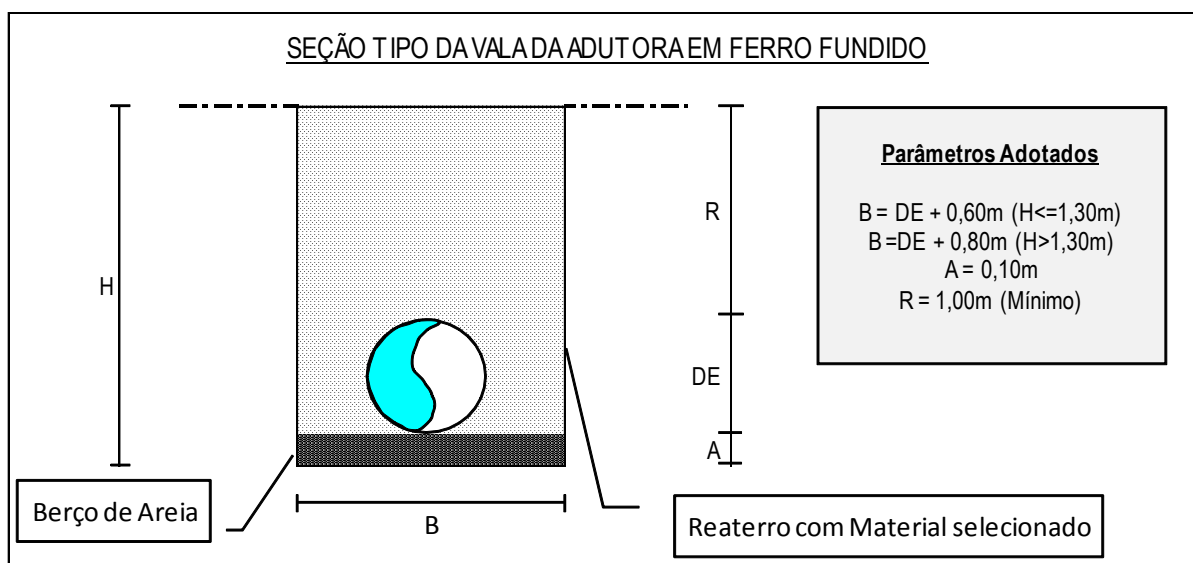


Figura 2 - Vala para Implantação de Adutora com Tubulação Rígida (Ferro Fundido)

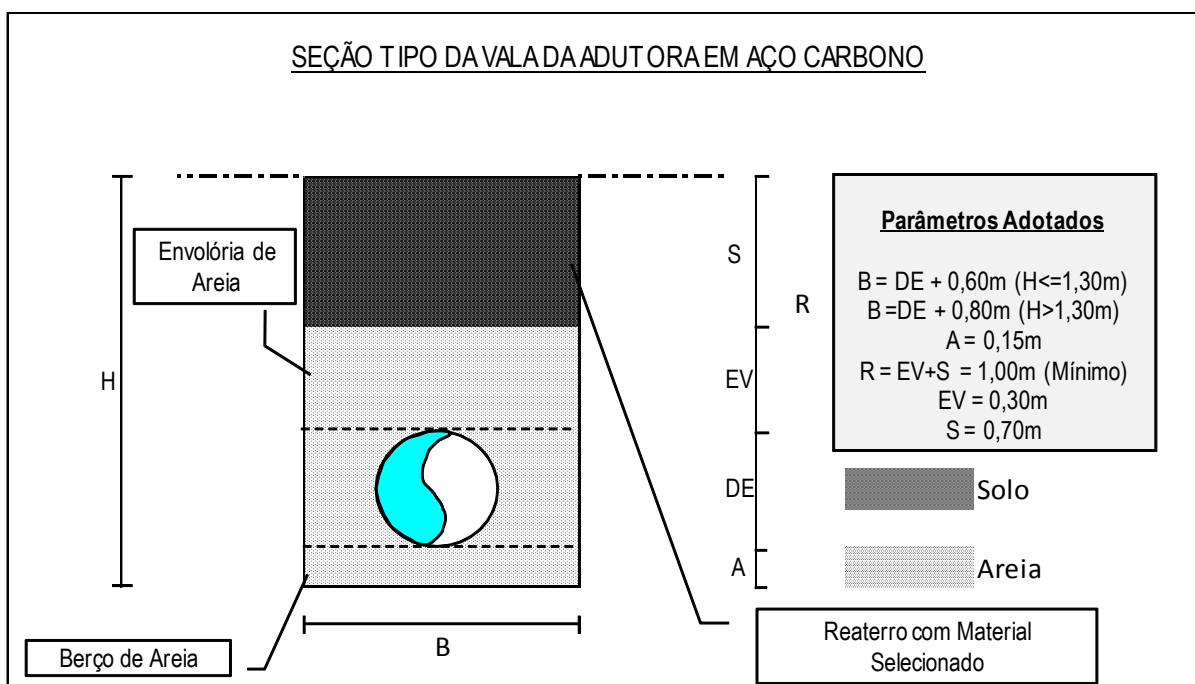


Figura 3 - Vala para Implantação de Adutora com Tubulação Rígida (Aço Carbono)

• Escavações

Na ausência de informações geotécnicas, foram previstos os solos indicados no **Quadro 2**, a seguir:

Quadro 2 - Percentuais dos Solos Previstos nas Valas das Adutoras

| MATERIAL DA ESCAVAÇÃO | % |
|---------------------------------|---------------|
| Escavação com Solo 1ª Categoria | 58,0% |
| Escavação com Solo 2ª Categoria | 16,0% |
| Escavação em Rocha Branda | 15,0% |
| Escavação em Rocha Sã | 10,0% |
| Escavação em Lama | 1,0% |
| TOTAL | 100,0% |

• Aterros das Valas

Foi considerado que as valas serão reaterradas aproveitando-se 95% e 50%, respectivamente, das escavações de 1ª e 2ª categorias. Considerou-se ainda que o material da envoltória será um arenoso selecionado, com um percentual de 40% de areia importada de alguma jazida existente na região.

• Escoramentos

Para as valas com profundidades inferiores a 1,25m, não se previu qualquer tipo de escoramento. Nas valas com profundidades entre 1,25m e 1,50m, foi previsto 100% de escoramento de madeira descontinuo.

Para as valas mais profundas, com alturas variando de 1,50m a 3,00m, foi previsto um escoramento misto, sendo 50% com escoramento de madeira contínuo e 50% com escoramento metálico contínuo.

- **Esgotamento de Valas**

Para as valas com profundidades inferiores a 1,25m, admitiu-se que haverá, em 10% da extensão da adutora, rebaixamento de lençol com ponteiros filtrantes.

Para as valas com profundidades superiores a 1,25m, admitiu-se que haverá rebaixamento de lençol com ponteiros filtrantes, porém em 15% da extensão da adutora.

- **Largura da Faixa da Adutora**

A largura da faixa da adutora, necessária para a limpeza, desmatamento e roçagem, foi de 4,00m.

- **Composição do Custo Unitário da Adutora**

Com base nos critérios e parâmetros descritos anteriormente e os custos previstos nas planilhas orçamentárias da EMBASA, de Jul/2014, foi preparado **Quadro 3** a seguir, que sintetiza os custos unitários (materiais + serviços) das adutoras, considerando-se os tubos de PVC PBA CL 12, PVC DEFºFº (PN10) e FºFº.

Quadro 3 – Custos Unitários das Adutoras, em Reais

| MATERIAL DA TUBULAÇÃO | DIÂMETRO | FORNECIMENTO DOS MATERIAIS | | | SERVIÇOS | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------------------------|----------------------------|-----------|----------|------------------------|
| | | TUBO | PEÇAS, CONEXÕES E VÁLVULAS | TOTAL | | (MATERIAIS + SERVIÇOS) |
| | | | | MATERIAIS | | (MATERIAIS + SERVIÇOS) |
| | (mm) | (R\$/m) | (R\$/m) | (R\$/m) | (R\$/m) | (R\$/m) |
| PVC PBA CL 12 | 50 | 6,44 | 0,32 | 6,76 | 81,16 | 87,92 |
| | 75 | 13,16 | 0,66 | 13,82 | 84,66 | 98,48 |
| PVC DE Fº Fº | 100 | 28,79 | 1,44 | 30,23 | 88,96 | 119,19 |
| | 150 | 58,46 | 2,92 | 61,38 | 138,22 | 199,61 |
| | 200 | 99,48 | 4,97 | 104,45 | 166,72 | 271,18 |
| | 250 | 151,37 | 7,57 | 158,94 | 180,54 | 339,47 |
| | 300 | 214,11 | 10,71 | 224,82 | 190,84 | 415,66 |
| Fº Fº TK 7 JGS | 80 | 128,41 | 6,42 | 134,83 | 80,56 | 215,39 |
| | 100 | 129,91 | 6,50 | 136,41 | 83,72 | 220,12 |
| | 150 | 163,68 | 8,18 | 171,86 | 94,62 | 266,48 |
| | 200 | 205,58 | 10,28 | 215,86 | 103,84 | 319,70 |
| | 250 | 248,04 | 12,40 | 260,44 | 157,67 | 418,11 |
| | 300 | 301,64 | 15,08 | 316,72 | 187,22 | 503,95 |
| | 350 | 358,32 | 17,92 | 376,24 | 200,33 | 576,56 |
| | 400 | 404,46 | 20,22 | 424,68 | 218,24 | 642,93 |
| | 500 | 540,45 | 27,02 | 567,47 | 372,56 | 940,03 |
| | 600 | 717,25 | 35,86 | 753,11 | 422,82 | 1175,93 |
| | 700 | 1.066,00 | 53,30 | 1.119,30 | 464,22 | 1583,52 |
| | 800 | 1.366,46 | 68,32 | 1.434,78 | 508,07 | 1942,86 |
| | 900 | 1.547,80 | 77,39 | 1.625,19 | 555,71 | 2180,90 |
| | 1000 | 1.781,71 | 89,09 | 1.870,80 | 606,30 | 2477,09 |
| | 1200 | 2.468,81 | 123,44 | 2.592,25 | 725,12 | 3317,37 |

Os custos unitários das tubulações de aço foram calculados com base na espessura necessária para resistir a pressões internas de até 100 mca, uma vez que as adutoras estudadas não apresentam pressões superiores a esta. As espessuras das tubulações foram estabelecidas conforme as seguintes metodologias:

- Em função da pressão interna
- Fórmula de Lamé
- Fórmula de Clavarino
- Norma ANSI / ASME B.31
- Pressão de Colapso
- Manuseio e Transporte (NBR-10132)

Com base nos critérios e parâmetros descritos anteriormente e os custos de serviços previstos nas planilhas orçamentárias da EMBASA, de Jul/2014 e custo de material fornecido pela Hydrostec, de Mai/2014, foi preparado o quadro a seguir, que sintetiza os custos unitários (materiais + serviços) das adutoras, considerando-se os tubos de aço carbono.

Quadro 4 - Custos Unitários das Tubulações em Aço Carbono, em Reais

| DIÂMETRO | ESPESSURA ADOTADA | | FORNECIMENTO DOS MATERIAIS | | | SERVIÇOS | | | TOTAL (MATERIAIS + SERVIÇOS) |
|----------|-------------------|-------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|------------------------------|
| | | | TUBO | PEÇAS, CONEXÕES E VÁLVULAS | TOTAL MATERIAIS | SERVIÇOS DE MONTAGEM | SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO | TOTAL SERVIÇOS | |
| (mm) | (mm) | pol. | (R\$/m) | (R\$/m) | (R\$/m) | (R\$/m) | (R\$/m) | (R\$/m) | (R\$/m) |
| 500 | 6,35 | 1/4" | 755,75 | 37,79 | 793,54 | 289,64 | 257,79 | 547,43 | 1.340,97 |
| 600 | 6,35 | 1/4" | 908,85 | 45,44 | 954,29 | 348,32 | 432,28 | 780,59 | 1.734,88 |
| 700 | 6,35 | 1/4" | 1.061,94 | 53,10 | 1.115,04 | 406,99 | 476,12 | 883,11 | 1.998,14 |
| 800 | 6,35 | 1/4" | 1.215,03 | 60,75 | 1.275,79 | 465,66 | 520,96 | 986,63 | 2.262,41 |
| 900 | 6,35 | 1/4" | 1.368,13 | 68,41 | 1.436,54 | 524,34 | 569,80 | 1.094,14 | 2.530,67 |
| 1000 | 7,94 | 5/16" | 1.898,49 | 94,92 | 1.993,42 | 727,60 | 620,29 | 1.347,88 | 3.341,30 |
| 1100 | 7,94 | 5/16" | 2.089,86 | 104,49 | 2.194,35 | 800,94 | 677,78 | 1.478,72 | 3.673,07 |
| 1200 | 7,94 | 5/16" | 2.281,23 | 114,06 | 2.395,29 | 874,28 | 735,90 | 1.610,18 | 4.005,47 |
| 1300 | 9,53 | 3/8" | 2.963,47 | 148,17 | 3.111,64 | 1.135,75 | 798,17 | 1.933,92 | 5.045,57 |
| 1400 | 9,53 | 3/8" | 3.193,11 | 159,66 | 3.352,77 | 1.223,76 | 864,85 | 2.088,61 | 5.441,38 |
| 1500 | 12,70 | 1/2" | 4.553,95 | 227,70 | 4.781,65 | 1.745,30 | 930,50 | 2.675,80 | 7.457,45 |
| 1600 | 12,70 | 1/2" | 4.860,14 | 243,01 | 5.103,15 | 1.862,65 | 998,01 | 2.860,66 | 7.963,80 |
| 1700 | 12,70 | 1/2" | 5.166,33 | 258,32 | 5.424,64 | 1.980,00 | 1.071,05 | 3.051,05 | 8.475,69 |
| 1800 | 12,70 | 1/2" | 5.472,52 | 273,63 | 5.746,14 | 2.097,34 | 1.144,19 | 3.241,53 | 8.987,67 |
| 1900 | 12,70 | 1/2" | 5.778,71 | 288,94 | 6.067,64 | 2.214,69 | 1.220,13 | 3.434,82 | 9.502,46 |
| 2000 | 15,88 | 5/8" | 7.593,97 | 379,70 | 7.973,67 | 2.910,39 | 1.303,13 | 4.213,52 | 12.187,19 |
| 2100 | 15,88 | 5/8" | 7.976,70 | 398,84 | 8.375,54 | 3.057,07 | 1.603,42 | 4.660,49 | 13.036,03 |
| 2200 | 15,88 | 5/8" | 8.359,44 | 417,97 | 8.777,41 | 3.203,76 | 1.697,31 | 4.901,06 | 13.678,48 |
| 2300 | 15,88 | 5/8" | 8.742,18 | 437,11 | 9.179,29 | 3.350,44 | 1.764,37 | 5.114,81 | 14.294,09 |
| 2400 | 15,88 | 5/8" | 9.124,91 | 456,25 | 9.581,16 | 3.497,12 | 1.861,50 | 5.358,62 | 14.939,78 |
| 2500 | 19,05 | 3/4" | 11.394,60 | 569,73 | 11.964,33 | 4.366,98 | 1.963,15 | 6.330,13 | 18.294,45 |

2.1.2 Custo de Captação Flutuante

O custo da captação flutuante pode ser obtido a partir de duas parcelas distintas, uma delas decorrente da própria estrutura metálica que abriga os conjuntos elevatórios e, a outra, proveniente dos mangotes, que é função da distância entre essa estrutura e o início da adutora.

Para elaborar a curva de custo da Estrutura Metálica da Captação Flutuante, foi utilizado como referência o *Manual de Preços Médios (2ª Edição / 2006)*, elaborado pela EMBASA / EOR – Departamento de Orçamento, com a devida atualização monetária a partir do INCC - M (Índice Nacional de Construção Civil de Mercado), da Fundação Getúlio Vargas.

A curva apresentada na **Figura 4**, a seguir, permite calcular o custo da Estrutura Metálica da Captação Flutuante “y” em função da potência instalada dos conjuntos elevatórios “x”.

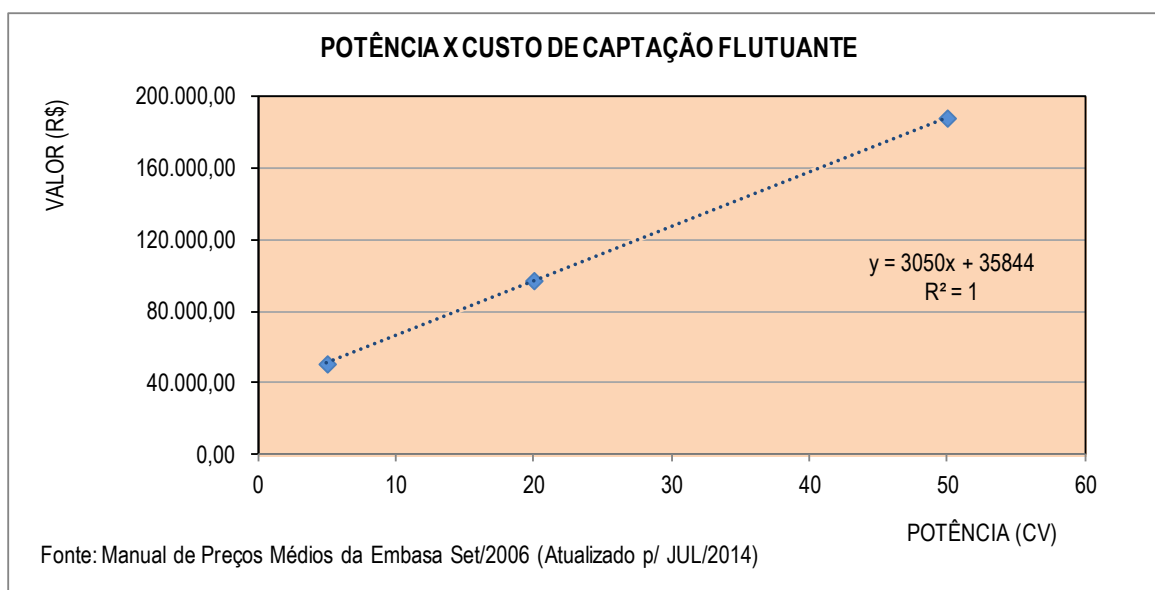


Figura 4 - Custo de Captação Flutuante em Função da Potência Instalada

O **Quadro 5**, na sequência, apresenta o custo unitário de mangote em PEAD (material + serviço), classe de pressão PN10, nos diâmetros DN110 a DN500.

Quadro 5 - Custo Unitário de Mangote para Captação Flutuante

| DIÂMETRO | UNIDADE | CUSTOS (R\$) | | |
|--------------------------------|---------|--------------|----------|--------|
| | | MATERIAL | SERVIÇOS | TOTAL |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 110 | M | 37,25 | 11,18 | 48,43 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 125 | M | 47,96 | 14,39 | 62,35 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 140 | M | 60,00 | 18,00 | 78,00 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 160 | M | 78,24 | 23,47 | 101,71 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 180 | M | 99,23 | 29,77 | 129,00 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 200 | M | 122,36 | 36,71 | 159,07 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 225 | M | 154,34 | 46,30 | 200,64 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 250 | M | 190,96 | 57,29 | 248,25 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 280 | M | 239,00 | 71,70 | 310,70 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 315 | M | 302,62 | 90,79 | 393,41 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 355 | M | 383,35 | 115,01 | 498,36 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 400 | M | 487,24 | 146,17 | 633,41 |
| T PEAD CL. 10,0 kgf/cm² DE 500 | M | 761,11 | 228,33 | 989,44 |

NOTAS:

1. O custo do fornecimento foi obtido a partir da Planilha orçamentária da Embasa/Julho/2014.
2. Foi adotado um custo para assentamento do mangote de 30% do custo de fornecimento do material.

2.1.3 Custo de Poço Tubular

O custo do poço tubular decorre de duas parcelas distintas, uma delas do sistema de recalque, isto é, dos conjuntos elevatórios e barriletes para condução da água recalcada, e, a outra, da geometria do próprio poço, que envolve profundidade e diâmetro do tubo camisa.

A **Figura 5**, a seguir, apresenta a curva que calcula o custo do conjunto elevatório “y” em função da potência instalada “x”.

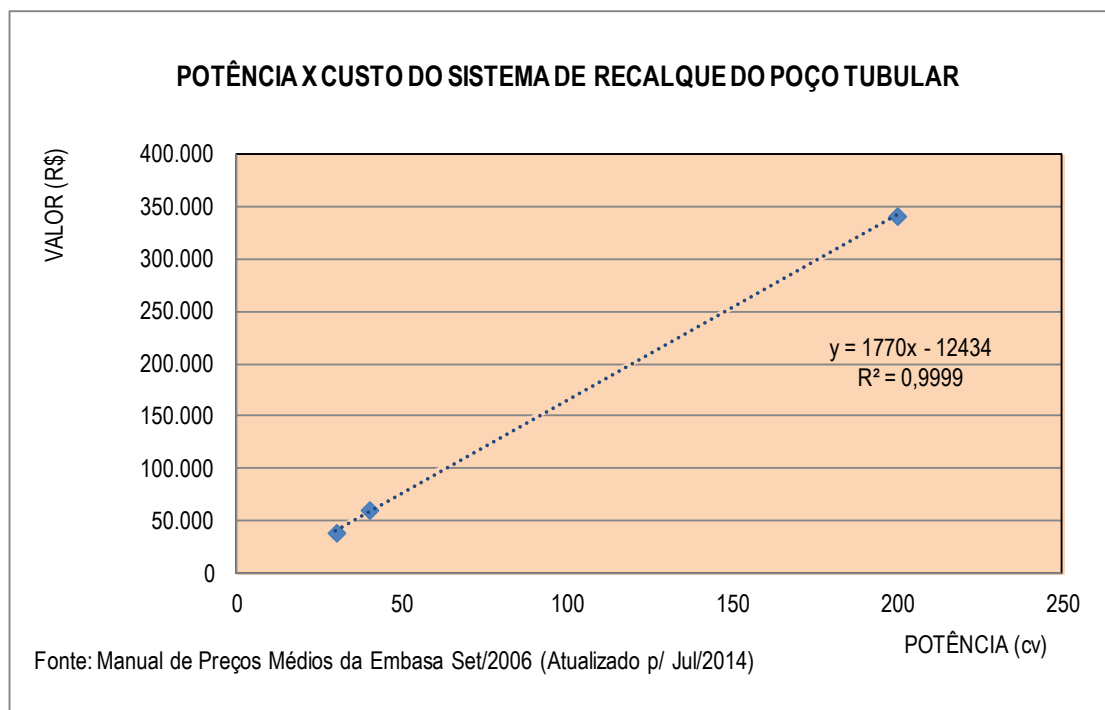


Figura 5 - Custo do Sistema de Recalque do Poço Tubular

O custo para perfuração do poço tubular, incluindo a instalação do tubo camisa e do filtro, depende da profundidade total dessa unidade. Esse custo pode ser obtido a partir da equação apresentada na **Figura 6**, a seguir.

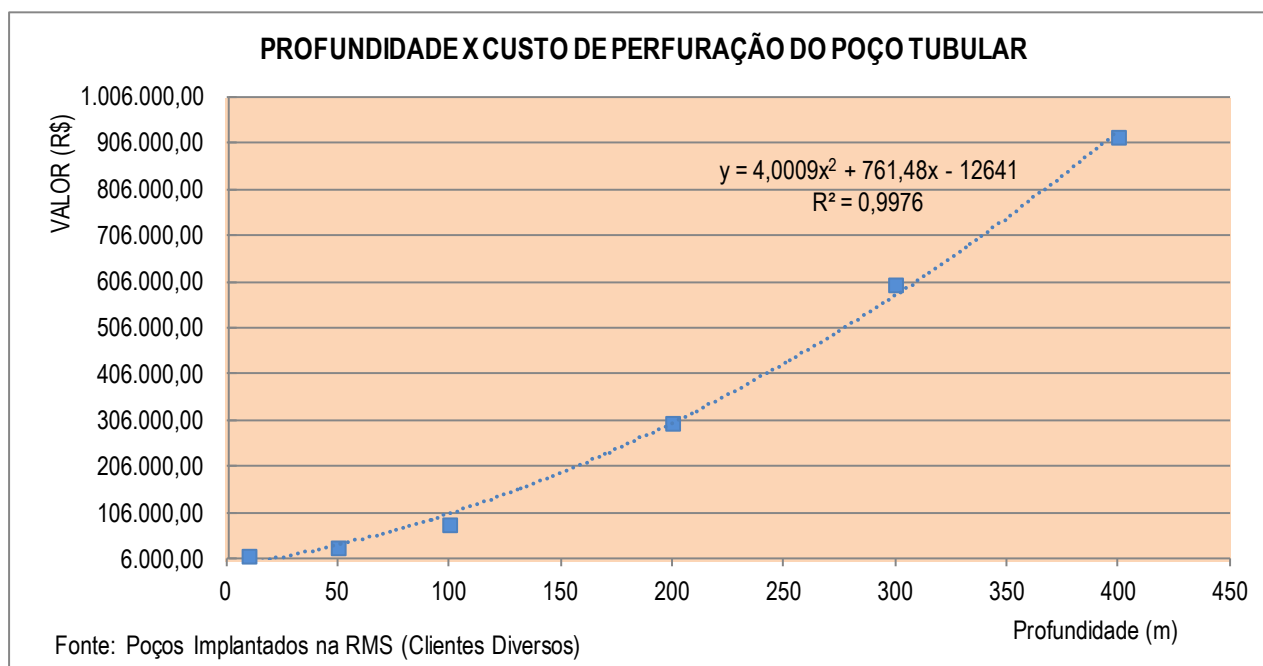


Figura 6 – Custo da Perfuração do Poço Tubular

2.1.4 Custo de Estação Elevatória

• Pequeno Porte

A curva apresentada na **Figura 7**, a seguir, permite calcular o custo de investimento da Estação Elevatória "y" em função da potência instalada "x", para instalações de pequeno porte (Potência total até 1.600 CV).

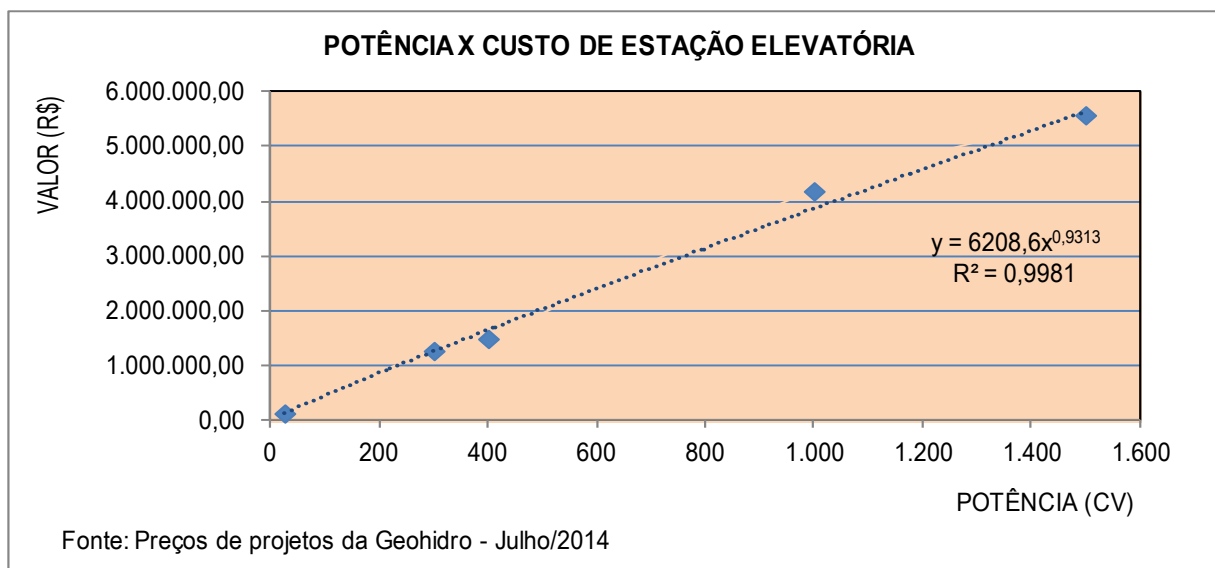


Figura 7 – Custo da Estação Elevatória de Pequeno Porte em Função da Potência Instalada

• Grande Porte

Para estações elevatórias com potência superior a 1.600 CV, a curva de custo a ser utilizada é a do gráfico abaixo **Figura 8**, a seguir, que permite calcular o custo de investimento da Estação Elevatória "y" em função do produto "x" da potência instalada "vezes" a vazão total, para instalações de grande porte.

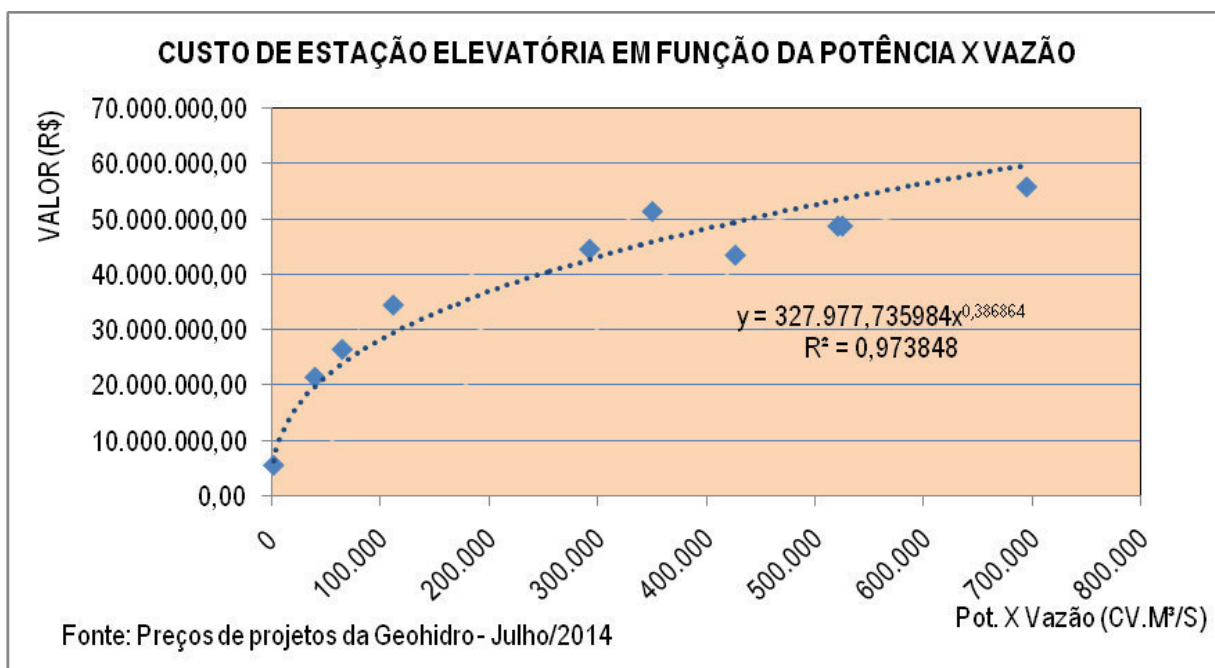


Figura 8 - Custo da Estação Elevatória de Grande Porte em Função do Produto da Potência Instalada "vezes" a Vazão Total

2.1.5 Custo de ETA Filtro Russo

O custo de uma estação de tratamento, do tipo Filtro Russo, pode ser obtido a partir da equação apresentada na **Figura 9**, a seguir, onde “y” é o custo da ETA e “x” a vazão do sistema.

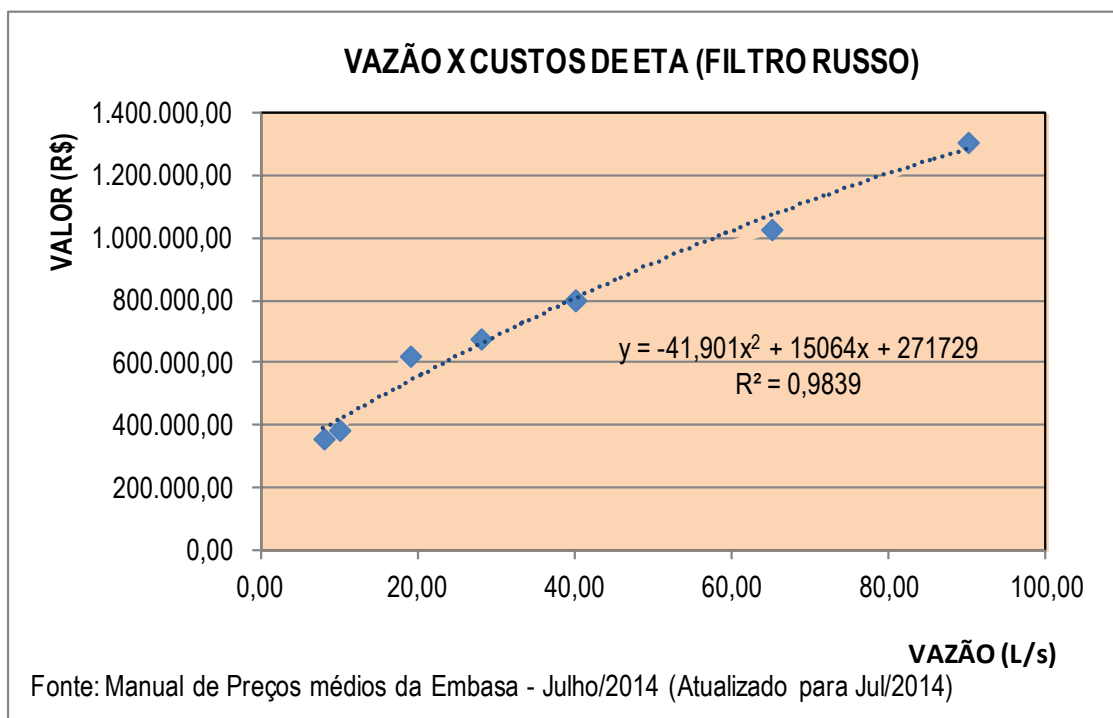


Figura 9 - Custos da ETA do Tipo Filtro Russo

2.1.6 Custo de ETA Convencional

O custo de uma estação de tratamento convencional pode ser obtido a partir da equação apresentada na **Figura 10**, a seguir, onde “y” é o custo da ETA e “x” a vazão do sistema.

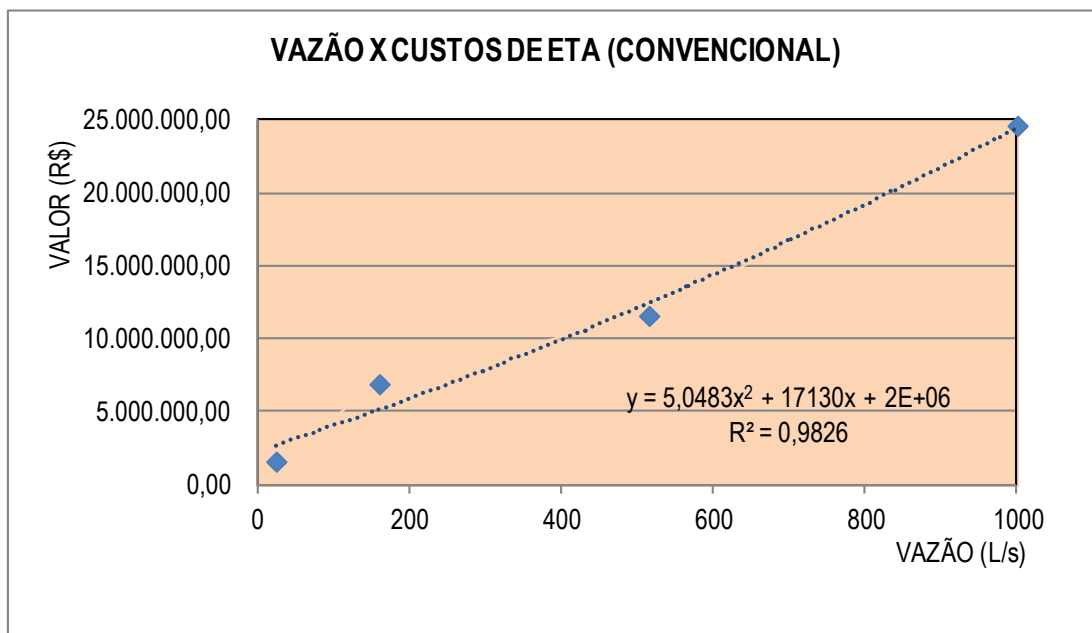


Figura 10 - Custo da ETA Convencional

2.1.7 Custo de Tratamento dos Efluentes da ETA

A curva apresentada na **Figura 11**, a seguir, permite calcular o custo da Estação de Tratamento dos Efluentes da ETA “y” em função da vazão do sistema “x”.

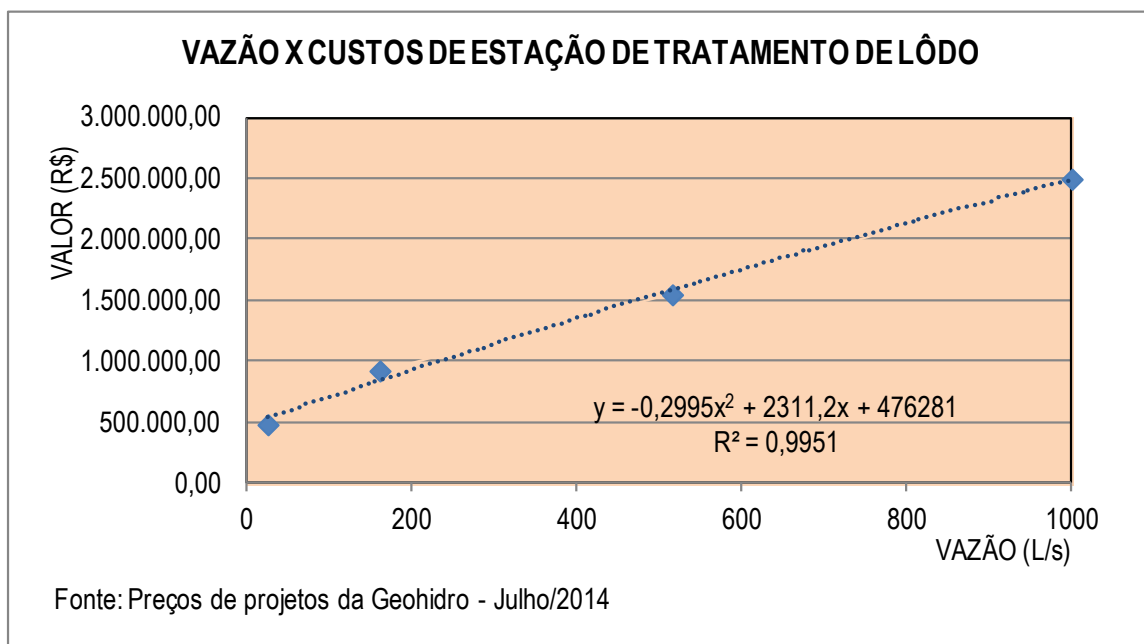


Figura 11 - Custo da Estação de Tratamento dos Efluentes da ETA

2.1.8 Custo de Reservatório Apoiado

Para estas unidades, foram elaboradas duas curvas distintas, uma delas para os menores reservatórios apoiados, com volumes variando de 25 a 300m³, e a outra para os maiores, com volumes no intervalo 400 a 8.700m³.

Essas curvas de custos são apresentadas nas **Figura 12** e **Figura 13**, respectivamente para os menores e maiores reservatórios, a seguir, nos quais “y” é o custo do reservatório e “x” a sua capacidade.

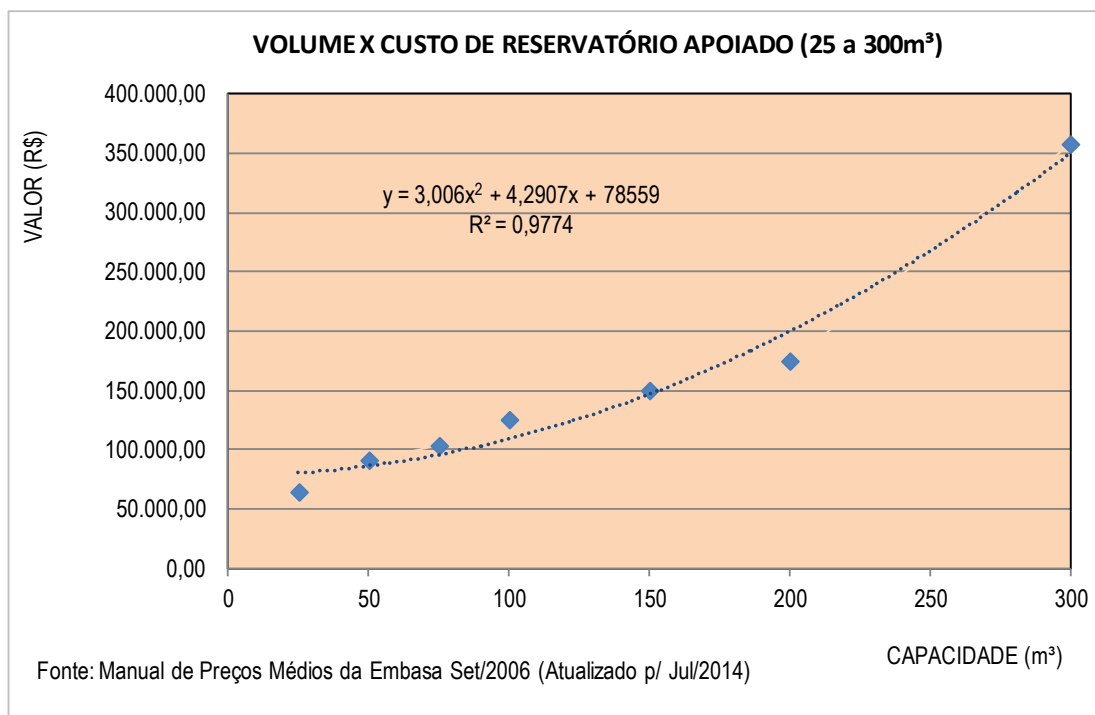


Figura 12 - Custo do Reservatório Apoiado (25 a 300m³)

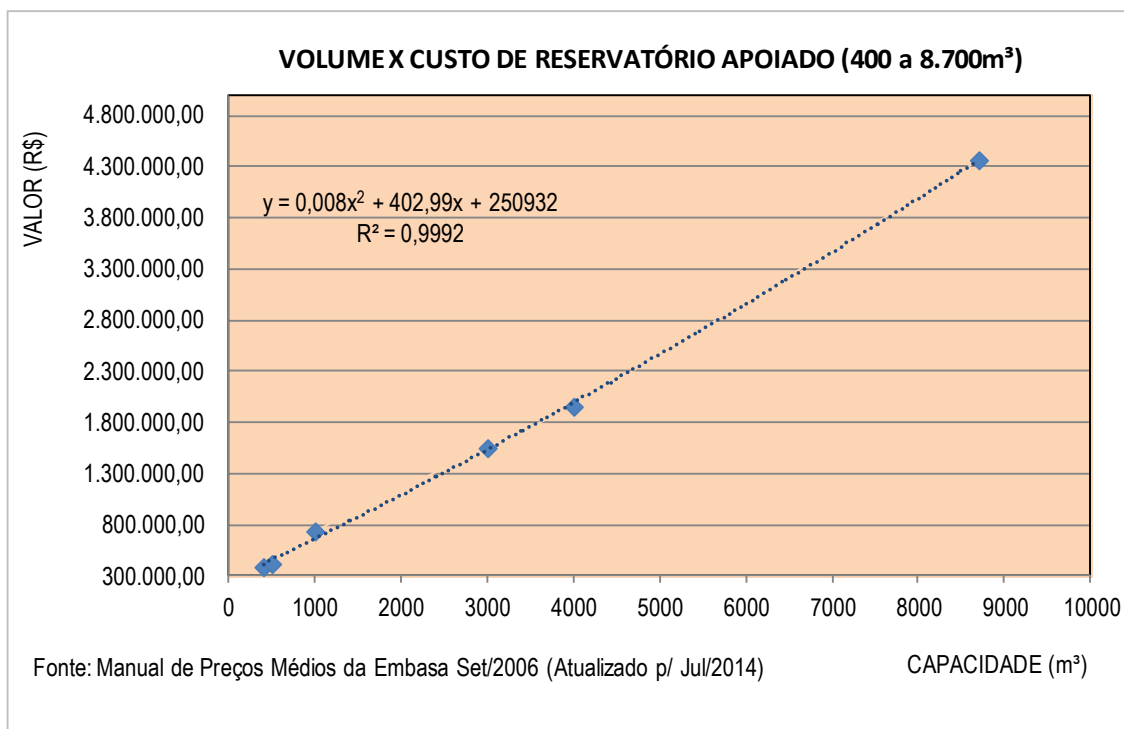


Figura 13 - Custo do Reservatório Apoiado (400 a 8.700m³)

2.1.9 Custo de Reservatório Elevado

As **Figura 14** a **Figura 17**, na sequência, indicam as equações que estimam os custos dos reservatórios elevados, tendo em conta suas capacidades e alturas de fuste.

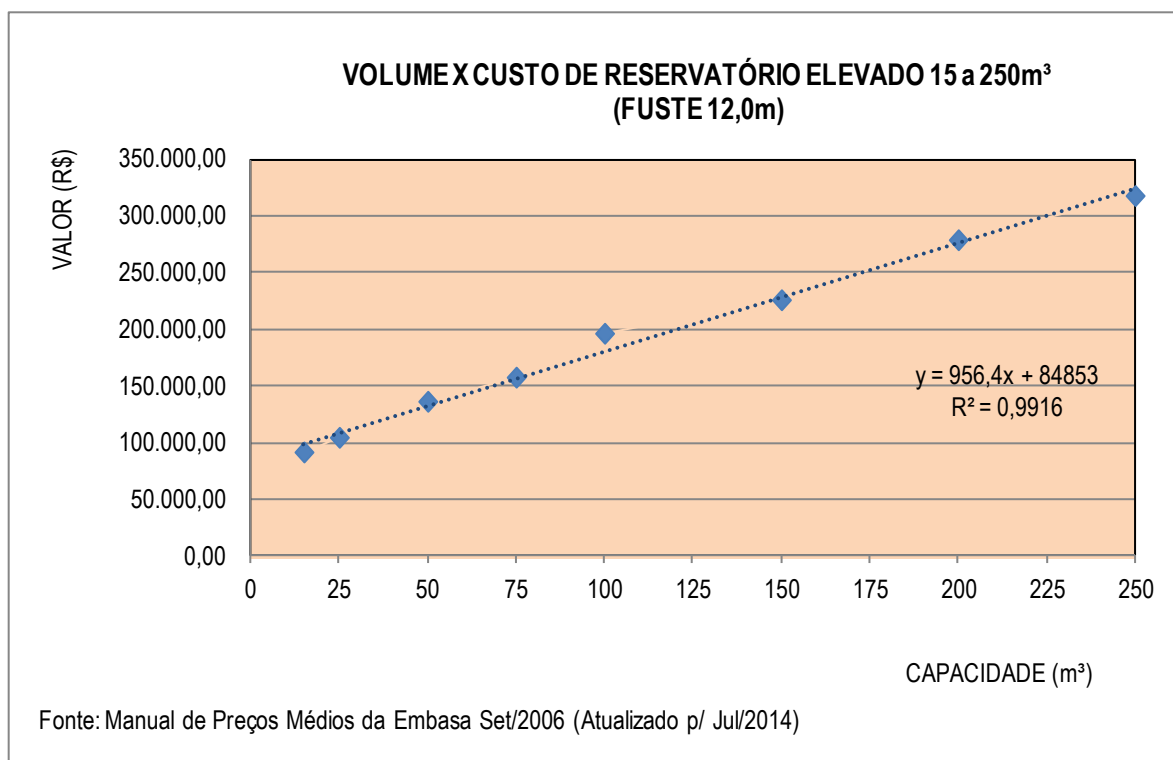


Figura 14 - Custo do Reservatório Elevado 15 a 250m³ (Fuste de 12,00m)

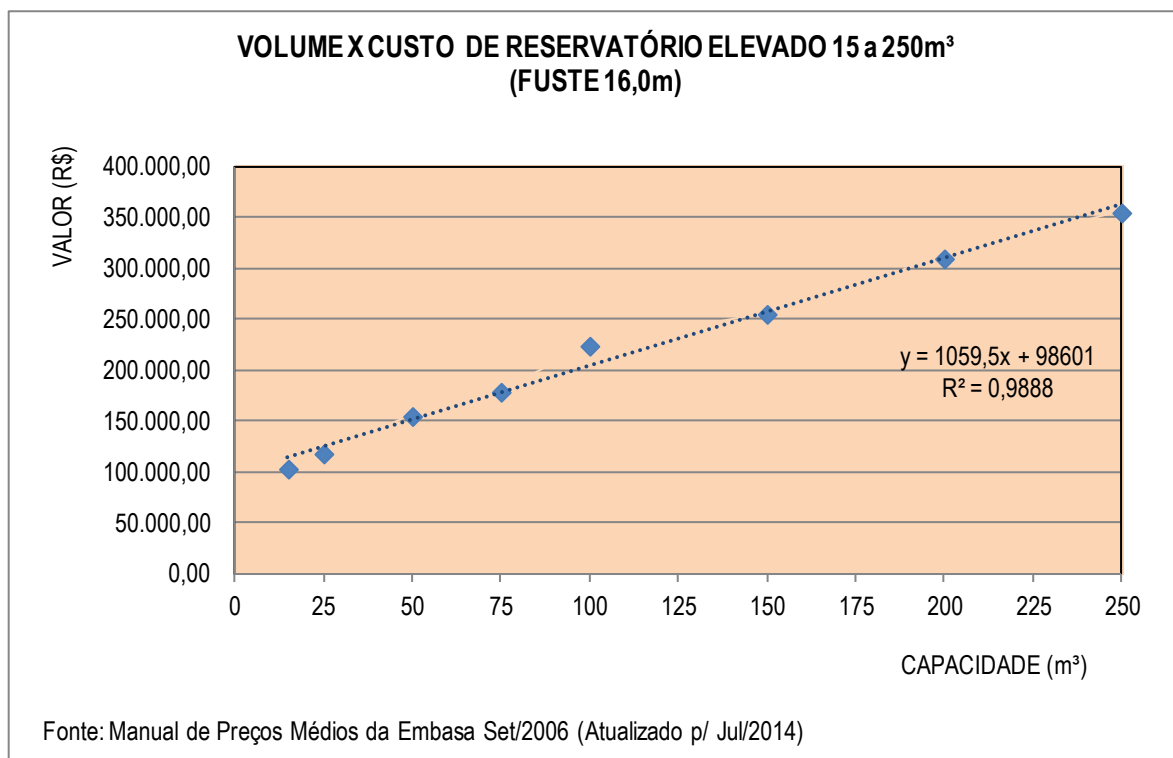


Figura 15 - Custo do Reservatório Elevado 15 a 250m³ (Fuste de 16,00m)

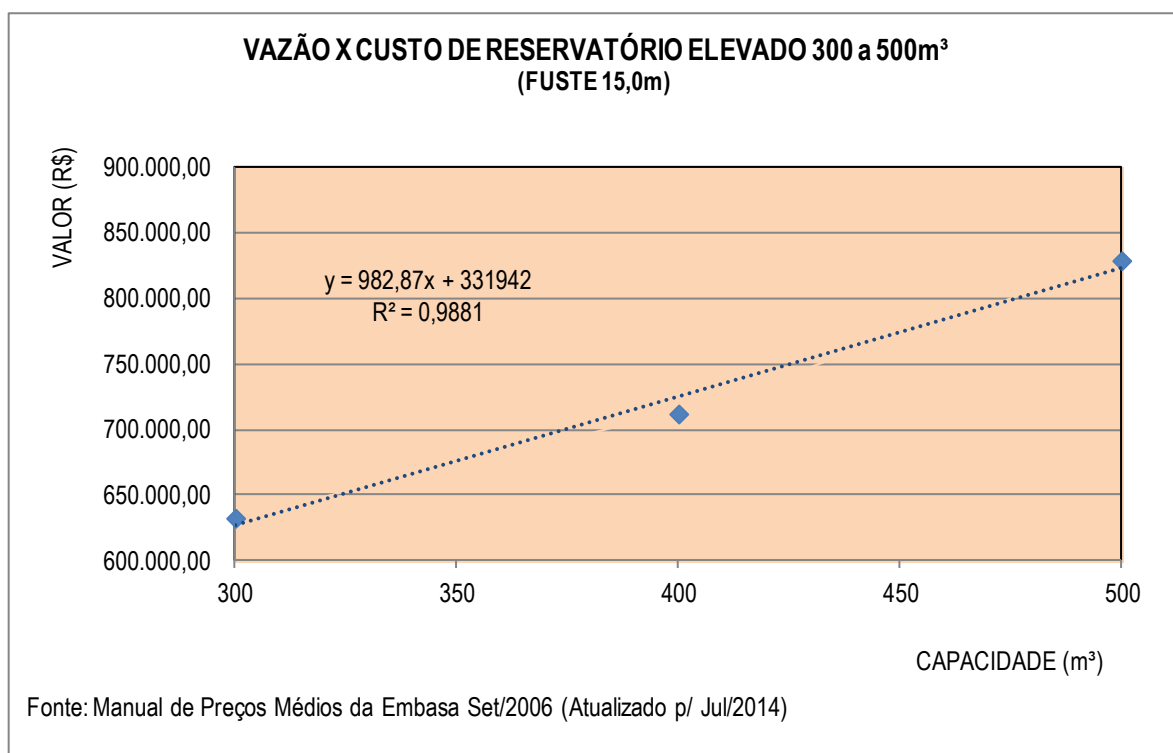


Figura 16 - Custo do Reservatório Elevado 300 a 500m³ (Fuste de 15,00m)

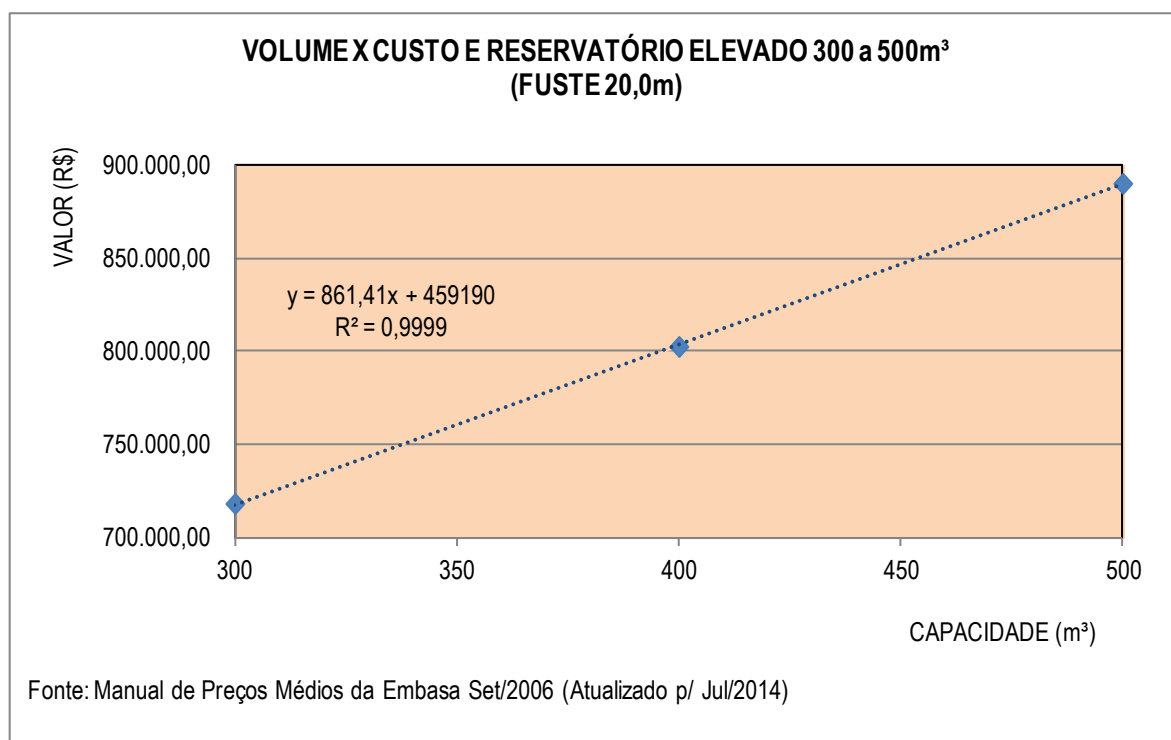


Figura 17 - Custo do Reservatório Elevado 300 a 500m³ (Fuste de 20,00m)

2.1.10 Custo de Rede de Distribuição

O custo total de cada tubulação foi estimado a partir do preço base da EMBASA, conforme planilhas orçamentárias elaboradas pelo EOR, em Jul/2014. Além do custo do fornecimento da tubulação, foi considerado um valor para aquisição das singularidades (conexões, válvulas e peças), a serem instaladas na rede de distribuição. No presente estudo, admitiu-se que o custo das singularidades corresponde a 30% do custo da tubulação.

Com relação aos custos de serviços, foram mantidas a maioria dos critérios adotados para adutoras. Alguns quantitativos foram ajustados para se adequarem as condições de área urbanizada em que se encontram as redes de distribuição de água em Salvador.

O quadro a seguir apresenta os custos unitários (materiais + serviços) das redes de distribuição, considerando-se os tubos de PVC PBA CL 12, PVC DEFºFº (PN10) e FºFº.

Quadro 6 – Custos Unitários Tubulações das Redes de Distribuição, em Reais

| MATERIAL DA TUBULAÇÃO | DIÂMETRO | FORNECIMENTO DOS MATERIAIS | | | SERVIÇOS | TOTAL (MATERIAIS + SERVIÇOS) |
|-----------------------|----------|----------------------------|----------------------------|-----------------|----------|------------------------------|
| | | TUBO | PEÇAS, CONEXÕES E VÁLVULAS | TOTAL MATERIAIS | | |
| | (MM) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) |
| PVC PBA CL 12 | 50 | 6,44 | 1,93 | 8,37 | 174,04 | 182,41 |
| | 75 | 13,16 | 3,95 | 17,11 | 179,53 | 196,64 |
| PVC DE Fº Fº | 100 | 28,79 | 8,64 | 37,43 | 182,08 | 219,51 |
| | 150 | 58,46 | 17,54 | 76,00 | 207,57 | 283,57 |
| | 200 | 99,48 | 29,84 | 129,32 | 350,23 | 479,55 |
| | 250 | 151,37 | 45,41 | 196,78 | 366,78 | 563,56 |
| | 300 | 214,11 | 64,23 | 278,34 | 384,01 | 662,35 |

(continua)

Quadro 6 – Custos Unitários Tubulações das Redes de Distribuição, em Reais (Continuação)

| MATERIAL DA TUBULAÇÃO | DIÂMETRO | FORNECIMENTO DOS MATERIAIS | | | SERVIÇOS | TOTAL (MATERIAIS + SERVIÇOS) |
|-----------------------|----------|----------------------------|----------------------------|-----------------|----------|------------------------------|
| | | TUBO | PEÇAS, CONEXÕES E VÁLVULAS | TOTAL MATERIAIS | | |
| | (MM) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) |
| Fº Fº | 350 | 358,32 | 107,50 | 465,82 | 382,26 | 848,07 |
| | 400 | 404,46 | 121,34 | 525,80 | 401,71 | 927,51 |
| | 500 | 540,45 | 162,14 | 702,59 | 438,73 | 1.141,32 |
| | 600 | 717,25 | 215,18 | 932,43 | 475,71 | 1.408,14 |
| | 700 | 1.066,00 | 319,80 | 1.385,80 | 524,00 | 1.909,80 |
| | 800 | 1.366,46 | 409,94 | 1.776,40 | 566,98 | 2.343,37 |
| | 900 | 1.547,80 | 464,34 | 2.012,14 | 616,86 | 2.629,00 |
| | 1000 | 1.781,71 | 534,51 | 2.316,22 | 668,05 | 2.984,27 |
| | 1200 | 2.468,81 | 740,64 | 3.209,45 | 780,21 | 3.989,67 |

De posse dos custos unitários apresentados no quadro anterior e com base nas extensões por diâmetro da rede principal, chega-se ao custo dessa rede.

Para estimar os custos das novas redes, serão consideradas duas parcelas, a saber:

- Rede Principal: Com base nos custos unitários apresentados no quadro anterior e nos dimensionamentos hidráulicos da rede principal, chega-se ao custo dessa rede; e
- Rede Secundária: como a rede secundária não será calculada, a distribuição dos diâmetros por extensão dessa rede pode ser obtida da seguinte maneira:
 - estimar a extensão da rede secundária admitindo-se que a mesma equivale a toda a extensão de ruas da localidade descontando-se a extensão da rede principal;
 - considerar que um percentual da extensão total da rede secundária será substituída/ampliada. Esse percentual, que será apresentado para cada sistema, normalmente varia de 10%, para as redes existentes mais recentes, até 30%, para as redes mais antigas; e
 - de posse da extensão da rede secundária a ser substituída/ampliada, a distribuição por diâmetros pode ser obtida utilizando-se os percentuais indicados no **Quadro 7** a seguir, que foi elaborado a partir de projetos existentes:

Quadro 7 - Percentual da Rede Secundária a ser Implantada

| DIÂMETRO | PERCENTUAL |
|----------|------------|
| 75 | 70% |
| 100 | 20% |
| 150 | 10% |

Caso existam redes com tubulações em cimento amianto e/ou diâmetros inferiores a 50mm, as mesmas deverão ser substituídas, mesmo apresentando bom estado de conservação. Nas ruas desprovidas de redes de distribuição, serão previstas redes complementares com diâmetro de 50mm.

2.1.11 Custo das Ligações Domiciliares

Para os sistemas de abastecimento de água que não contam com 100% de micromedição, a quantidade das novas ligações domiciliares será obtida a partir do índice de micromedição, valor indicado no COPAE da EMBASA, e número de domicílios da localidade.

O custo médio da ligação domiciliar, englobando materiais e serviços, é da ordem de R\$ 300,00 / ligação.

2.1.12 Custos das Desapropriações

No desenvolvimento do plano buscou-se ao máximo evitar desapropriações devido aos inconvenientes legais e financeiros para o estado, bem como o desconforto para a população. Desta forma, foram consideradas para este fim as áreas menos urbanizadas.

Para efeito do custo para desapropriação da Região Metropolitana de Salvador foi considerado o valor médio de R\$ 1.000,00 por metro quadrado.

2.1.13 Custos das Instalações Elétricas

Para a estimativa de custos, segmentou-se o sistema elétrico em 3 grandes partes, por unidade hidráulica:

- 1) Interligação ao Sistema Supridor da Concessionária;
- 2) Subestação Rebaixadora;
- 3) Acionamento dos Motores.

O motor elétrico do conjunto moto bomba não foi considerado à parte, sendo contabilizado juntamente com a bomba, a fim de evitar duplicidade.

A seguir são apresentados os parâmetros e os critérios adotados na elaboração das estimativas de custo.

A. CONDIÇÕES DE CONTORNO

Na região metropolitana de Salvador existem 3 tensões de fornecimento pela concessionária local:

- 69,0 kV;
- 34,5 kV (restrito a uma pequena região no município de Dias D'Ávila);
- 13,8 kV.

A tensão de 69 kV só é viável quando a carga supera 4 MW e existem subestações e linhas nessa tensão nos arredores, pois seu custo por km é elevado frente às outras duas alternativas de fornecimento.

Para a tensão de suprimento de motores, adotou-se como 300 CV o limite de suprimento em baixa tensão (380 ou 440 V), utilizando-se a partir daí a tensão de 4,16 kV, ficando os acionamentos com classe de tensão de 7,2 kV.

B. CRITÉRIOS

A seguir são apresentados os critérios adotados para os 3 segmentos anteriormente definidos.

1) Interligação ao Sistema Elétrico

Define-se como Interligação ao Sistema Elétrico a linha elétrica que une o ponto de suprimento da Coelba, definido em uma viabilidade de fornecimento, até o ponto de entrega da unidade hidráulica.

A estimativa das distâncias foi feita mediante a superposição do mapa de localização das unidades com o mapa do sistema elétrico da Coelba na região Metropolitana de Salvador (**Figura 18**), pois dessa forma é possível definir o provável ponto de suprimento da Coelba, bem como estimar as distâncias.

1143.00 - Tomo III - Vol I - Apendice 3

Nos custos informados na planilha resumo ao final deste item (**Quadro 8**), para esse segmento foi considerado:

- Topografia;
- Projeto;
- Licença Ambiental;
- Indenização Faixa de Servidão;
- Construção;
- Testes;
- Energização

Evidentemente, quanto maior a tensão, mais complexas ficam essas etapas, gerando custos adicionais. Assim, para esse segmento foram considerados os seguintes custos unitários:

- 69 kV.....R\$ 150.000,00 por km
- 13.8 kV.....R\$ 120.000,00 por km

2) Subestação

Neste segmento considera-se a estrutura elétrica que rebaixa a tensão de suprimento para a tensão de suprimento ao motor, que pode ser 380 V ou 4.16 kV. Foi considerado que 1 CV = 1 kVA.

Nos custos das subestações, apresentados no **Quadro 8**, estão inclusos os seguintes itens:

- Projeto;
- Aterramento;
- Equipamentos (Chaves, transformador, disjuntor, barramento em cobre, etc.)
- Construção Civil;
- Montagem Eletromecânica;
- Interligações;
- Testes;
- Energização.

Como a maioria dos motores é de grande porte, com tensão de suprimento de 4.16 kV, em cada subestação foi prevista uma unidade de 45 kVA, com tensão secundária de 380/220V, para suprimentos às cargas complementares. Os arranjos adotados, a depender do arranjo hidráulico, contemplou uma subestação com uma, duas, e até três transformadores para os motores mais a unidade de rebaixamento em baixa tensão.

O elevado custo de intervenção na Elevatória de Pedra do Cavalo deve-se ao fato de que a tensão primária dessa subestação é de 230 kV.

Outra subestação de alto custo é a da Estação Elevatória prevista em Santa Helena, que possui a sua tensão de suprimento em 69kV.

3) Acionamentos

Foi considerado como acionamento o painel elétrico que permite a operação e a proteção do motor. Nesse estudo foram considerados três tipos de acionamento:

- Partida Direta a plena tensão;

- Chave de Partida e Parada Suave;
- Conversor de frequência.

Devido ao alto custo do conversor de frequência, foi considerado esse acionamento apenas no *booster* da Adutora de Pedra do Cavalo. Nos demais casos, por serem motores de média tensão, foi considerada partida direta, ou seja, um disjuntor à vácuo acoplado a um relé de proteção de máquinas girantes.

Apenas quando os motores são supridos em Baixa Tensão ($P \leq 300$ CV) foram adotadas chaves de partida e parada suaves.

Nesse item, além das colunas de motores, foi considerado como acionamento a(s) coluna(s) de entrada e interligação de barras fazendo parte do mesmo painel.

O **Quadro 8** apresenta o resumo dos custos das instalações elétricas para as diversas elevatórias consideradas nos estudos de alternativas do SIAA de Salvador. A partir desse quadro, foram calculados os custos por alternativa, apresentados no **Quadro 9**.

Quadro 8 - Resumo dos custos das instalações elétricas para as diversas elevatórias consideradas nos estudos de alternativas do SIAA de Salvador

| UNIDADE | FORMAÇÃO | CUSTO DA INTERLIGAÇÃO | SUBESTAÇÃO | TIPO DE PARTIDA | ACIONAMENTO | CUSTO TOTAL |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Ampliação EE Pedra do Cavalo | (3 + 1) x 2100 CV | R\$ 0,00 | R\$ 9.000.000,00 | Partida Direta | R\$ 500.000,00 | R\$ 9.500.000,00 |
| | 3 x 5000 CV | R\$ 0,00 | R\$ 9.000.000,00 | Partida Direta | R\$ 600.000,00 | R\$ 9.600.000,00 |
| Poço com Motor de 110CV | 1 x 110 CV | R\$ 50.000,00 | R\$ 35.000,00 | Partida Suave | R\$ 250.000,00 | R\$ 335.000,00 |
| Booster na Adutora Pedra do Cavalo | (4 + 1) x 1200 CV | R\$ 540.000,00 | R\$ 838.000,00 | Conv. Frequência | R\$ 4.000.000,00 | R\$ 5.378.000,00 |
| EEAB na Barragem Santa Helena | (4 + 1) x 2250 CV | R\$ 1.500.000,00 | R\$ 7.000.000,00 | Partida Direta | R\$ 700.000,00 | R\$ 9.200.000,00 |
| EEAB Caixa de Reunião | (2 + 1) x 700 CV | R\$ 660.000,00 | R\$ 450.000,00 | Partida Direta | R\$ 420.000,00 | R\$ 1.530.000,00 |
| | (3 + 1) x 900 CV | R\$ 660.000,00 | R\$ 630.000,00 | Partida Direta | R\$ 600.000,00 | R\$ 1.890.000,00 |
| | (3 + 1) x 1350 CV | R\$ 660.000,00 | R\$ 920.000,00 | Partida Direta | R\$ 640.000,00 | R\$ 2.220.000,00 |
| EEAB Pojuca Fio d'Água | (3 + 1) x 250 CV | R\$ 720.000,00 | R\$ 350.000,00 | Partida Suave | R\$ 1.600.000,00 | R\$ 2.670.000,00 |
| EEAB Barragem Rio Pojuca | (3 + 1) x 800 CV | R\$ 600.000,00 | R\$ 630.000,00 | Partida Direta | R\$ 600.000,00 | R\$ 1.830.000,00 |
| Ampliação da ETA Pedra do Cavalo | Sub. 3 x 1100CV por 3 x 1300 CV | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | Direta | R\$ 300.000,00 | R\$ 300.000,00 |
| | Acréscimo 2 x 2100 CV | R\$ 0,00 | R\$ 6.000.000,00 | Partida Direta | R\$ 340.000,00 | R\$ 6.340.000,00 |

Quadro 9 - Custos por alternativas do SIAA de Salvador

| ALTERNATIVAS | ALTERNATIVA A | ALTERNATIVA B | ALTERNATIVA C | ALTERNATIVA D | ALTERNATIVA E | ALTERNATIVA F | ALTERNATIVA G | ALTERNATIVA H |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ampliação EE Pedra do Cavalo | R\$ 9.500.000,00 | R\$ 9.500.000,00 | R\$ 9.500.000,00 | R\$ 9.500.000,00 | | | R\$ 9.600.000,00 | |
| Poço com Motor de 110CV | R\$ 4.355.000,00 | R\$ 4.355.000,00 | | | R\$ 10.050.000,00 | | | R\$ 13.400.000,00 |
| Booster na Adutora Pedra do Cavalo | R\$ 5.378.000,00 | | R\$ 5.378.000,00 | | | | | |
| EEAB na Barragem Santa Helena | R\$ 9.200.000,00 | R\$ 9.200.000,00 | R\$ 9.200.000,00 | R\$ 9.200.000,00 | R\$ 9.200.000,00 | R\$ 9.200.000,00 | R\$ 9.200.000,00 | R\$ 9.200.000,00 |
| EEAB Caixa de Reunião | R\$ 1.530.000,00 | R\$ 1.530.000,00 | | | R\$ 2.220.000,00 | | | R\$ 3.780.000,00 |
| EEAB Pojuca Fio d'Água | | | R\$ 2.670.000,00 | R\$ 2.670.000,00 | R\$ 2.670.000,00 | R\$ 1.830.000,00 | | |
| EEAB Barragem Rio Pojuca | | | | | | | | |
| Ampliação da ETA Pedra do Cavalo | R\$ 6.640.000,00 | R\$ 6.640.000,00 | R\$ 6.640.000,00 | R\$ 6.640.000,00 | R\$ 6.640.000,00 | R\$ 6.640.000,00 | R\$ 6.640.000,00 | R\$ 6.640.000,00 |
| TOTAL DOS CUSTOS POR ALTERNATIVA | R\$ 36.603.000,00 | R\$ 31.225.000,00 | R\$ 33.388.000,00 | R\$ 28.010.000,00 | R\$ 30.780.000,00 | R\$ 17.670.000,00 | R\$ 25.440.000,00 | R\$ 33.020.000,00 |
| OBS | | | | | 20 poços (R\$ 6.700.000,00)
10 poços (R\$ 3.350.000,00) | | | |

2.2 CUSTOS OPERACIONAIS

• Despesas de energia elétrica

Para o cálculo do custo de energia elétrica foi utilizada a estrutura tarifária horo-sazonal Azul A4 praticada pela COELBA, de 15/04/2014, porém ainda em vigor, referente a serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e saneamento, já incluídos os impostos devidos a ICMS, no valor 18,36%, e de PIS/COFINS, de 1,58%.

O **Quadro 10**, na sequência, apresenta os custos de energia elétrica praticados pela COELBA para serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e saneamento.

Quadro 10 – Custos de Energia Elétrica

| CUSTO MÉDIO DE ENERGIA ELÉTRICA | VALOR (R\$) | UNIDADE |
|--|-------------|---------|
| Consumo de Energia Horário Ponta – Seco | 0,2710 | R\$/kWh |
| Consumo de Energia Horário Ponta – Úmido | 0,2710 | R\$/kWh |
| Consumo de Energia Horário Fora de Ponta - Seco | 0,1711 | R\$/kWh |
| Consumo de Energia Horário Fora de Ponta - Úmido | 0,1711 | R\$/kWh |
| Demanda de Energia no Horário de Ponta | 44,8676 | R\$/kW |
| Demanda de Energia Horário Fora de Ponta | 15,5221 | R\$/kW |

Com base nas tarifas praticadas pela COELBA e admitindo 21hs/dia fora de ponta e 3 hs/dia na ponta e também 7 meses/ano de período seco e 5 meses/ano de período úmido, chega-se aos seguintes custos médios, em Reais, de consumo e de demanda de energia elétrica:

- Tarifa Média do Consumo de Energia: R\$ 0,1836 / kWh
- Tarifa Média da Demanda de Energia: R\$ 19,1903 / kW.mês

• Despesas com Pessoal

Levando-se em conta que cada Unidade Regional da EMBASA dispõe de uma equipe multidisciplinar para apoio aos sistemas de sua área de abrangência, este item apresenta apenas uma equipe mínima para operação das estações elevatórias e de estações de tratamento de água de cada sistema específico.

Despesas com Pessoal em Estação Elevatória

O, a seguir, apresenta o custo anual de pessoal para as principais estações elevatórias consideradas nos estudos de alternativas, discriminando, cargos e salários praticados pela EMBASA.

Quadro 11 – Despesa Anual com Pessoal por Estação Elevatória

| ELEVATÓRIA | EQUIPE | | SALARIO
(R\$ / MÊS) | ENCAR-
GOS (120%) | TOTAL (R\$) | |
|---|--------------------------------|--------|------------------------|----------------------|------------------|-------------------|
| | FUNÇÃO | QUANT. | | | MENSAL | ANUAL |
| EE Pedra do Cavalo | Técnico em eletromecânica | 1 | 2.422,77 | 2.907,32 | 5.330,09 | 63.961,13 |
| EE Joanes II - ETA Principal | Operador de equipamento pesado | 5 | 1.503,50 | 1.804,20 | 16.538,50 | 198.462,00 |
| EE Santa Helena - Joanes II | Auxiliar de operação | 5 | 961,65 | 1.153,98 | 10.578,15 | 126.937,80 |
| | Vigilante | 5 | 788 | 945,6 | 8.668,00 | 104.016,00 |
| | TOTAL | | | | 41.114,74 | 493.376,93 |
| Booster de Pedra do Cavalo | Operador de equipamento pesado | 5 | 1.503,50 | 1.804,20 | 16.538,50 | 198.462,00 |
| | Auxiliar de operação | 5 | 961,65 | 1.153,98 | 10.578,15 | 126.937,80 |
| | Vigilante | 5 | 788 | 945,6 | 8.668,00 | 104.016,00 |
| | TOTAL | | | | 35.784,65 | 429.415,80 |
| EE Caixa de reunião poços – ETA Principal | Operador de processo de água | 3 | 1.162,98 | 1.395,58 | 7.675,67 | 92.108,02 |
| | Vigilante | 5 | 788 | 945,6 | 8.668,00 | 104.016,00 |
| EE Pojuca - Santa Helena | TOTAL | | | | 16.343,67 | 196.124,02 |
| Recalques poços – caixa de Reunião | Operador de processo de água | 2 | 1.162,98 | 1.395,58 | 5.117,11 | 61.405,34 |
| | Vigilante | 5 | 788 | 945,6 | 8.668,00 | 104.016,00 |
| | TOTAL | | | | 13.785,11 | 165.421,34 |

Despesas com Produtos Químicos

Os quadros seguintes mostram a composição de custo do metro cúbico de água tratada na ETA Principal e da água tratada por simples desinfecção, no caso de utilização de poços tubulares para exploração de água subterrânea no aquífero São Sebastião. As dosagens médias utilizadas na composição do custo foram obtidas do projeto de ampliação da ETA Principal, em desenvolvimento pela Empresa HITA Engenharia para a EMBASA, e os custos dos produtos químicos foram obtidos por meio de consulta ao setor de compras da MAPT1 – Divisão de Tratamento da Bolandeira, EMBASA. No caso dos poços, as dosagens consideradas representam valores médios praticados pela EMBASA em poços do aquífero São Sebastião explorados para abastecimento de água de localidades do Litoral Norte.

Quadro 12 - Custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água tratada na ETA Principal

| PRODUTO QUÍMICO | DOSAGEM MÉDIA (g/m³) | PREÇO UNITÁRIO (R\$/kg) | CUSTO POR m³ DE ÁGUA TRATADA |
|--------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| 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 |

Fonte: EMBASA

Quadro 13 - Custo unitário de produtos químicos por metro cúbico de água explorada nos poços

| PRODUTO QUÍMICO | DOSAGEM MÉDIA (g/m ³) | PREÇO UNITÁRIO (R\$/kg) | CUSTO POR m ³ DE ÁGUA TRATADA |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------|--|
| Cloro Liquefeito | 5,79 | 4,30 | 0,0248970 |
| Ácido Fluossilícico | 3,88 | 0,78 | 0,0030264 |
| TOTAL | | | 0,0279234 |

Fonte: EMBASA

Despesas para Manutenção do Sistema

As despesas anuais para manutenção das unidades de cada sistema serão estimadas considerando-se os seguintes percentuais sobre os respectivos investimentos dessas unidades:

- 1% para a rede de distribuição e ligações domiciliares
- 1% para as adutoras e linhas tronco
- 5% para bombeamentos (estações elevatórias, captações flutuantes e poços tubulares)
- 2% para estações de tratamento de água e reservatórios
- 1% para barragens

Para o cálculo dos custos operacionais a valor presente foi utilizada uma taxa de juros de 12%, considerando como final de plano o ano de 2040.

APENDICE 4

TERMOS DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PRINCIPAL DE SALVADOR

APENDICE 4 - TERMOS DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PRINCIPAL DE SALVADOR

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 2 |
| 2 | OBJETIVO | 2 |
| 3 | NORMAS DE TRABALHO | 2 |
| 4 | PLANEJAMENTO DOS TRABALHOS | 3 |
| 5 | FASE 1 - ESTUDOS PRELIMINARES E DE CONCEPÇÃO | 4 |
| 5.1 | CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO LODO | 4 |
| 5.2 | CONDICIONANTES AMBIENTAIS | 4 |
| 5.3 | ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO E DE DISPOSIÇÃO FINAL | 4 |
| 5.4 | CONSOLIDAÇÃO DA ALTERNATIVA SELECIONADA | 6 |
| 6 | FASE 2 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS, GEOTÉCNICOS E GEOLÓGICOS | 6 |
| 6.1 | ESTUDOS TOPOGRÁFICOS | 6 |
| 6.2 | ESTUDOS GEOTÉCNICOS E GEOLÓGICOS | 6 |
| 7 | FASE 3 - PROJETO BÁSICO | 7 |
| 7.1 | PROJETO HIDRÁULICO | 7 |
| 7.2 | PROJETO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E PLUVIAIS | 8 |
| 7.3 | PROJETO ARQUITETÔNICO, URBANÍSTICO E PAISAGÍSTICO | 8 |
| 7.4 | PROJETO ELÉTRICO | 9 |
| 7.4.1 | Iluminação e Distribuição de Energia | 9 |
| 7.4.2 | Malhas de Terra e Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosférica | 9 |
| 7.4.3 | Quadros de Distribuição de Luz e Força, e de Controle dos Motores | 10 |
| 7.4.4 | Subestações | 10 |
| 7.4.5 | Linhas de Transmissão | 11 |
| 7.4.6 | Dupla Alimentação | 11 |
| 7.5 | PROJETO MECÂNICO | 11 |
| 7.6 | PROJETO DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO | 11 |
| 7.7 | PROJETO ESTRUTURAL | 12 |
| 7.8 | MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO | 12 |
| 7.9 | RELAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS E SEUS QUANTITATIVOS | 12 |
| 7.10 | ORÇAMENTO | 12 |
| 7.11 | ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS | 13 |
| 7.12 | DESAPROPRIAÇÕES | 13 |
| 7.13 | RESUMO DO PROJETO | 13 |
| 8 | FASE 4 – AVALIAÇÃO AMBIENTAL | 15 |

1 INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Água do SIAA de Salvador não contam com tratamento regular das águas residuais descartadas nos processos de decantação e lavagem dos filtros.

Na ETA Principal, atualmente os lodos gerados são submetidos a um pré-adensamento em um tanque, com reaproveitamento da água sobrenadante, que retorna para a entrada de água bruta para ser reprocessada. Os lodos sedimentados no tanque são lançados em um afluente do rio Joanes, sem qualquer tratamento.

A água tratada na ETA Principal é proveniente de dois mananciais: o rio Paraguaçu, com captação na barragem de Pedra do Cavalo, e o rio Joanes, com captação na barragem Joanes II, que, por sua vez, recebe a contribuição do rio Jacuípe, através da reversão de bacias entre as barragens de Santa Helena e Joanes II.

A qualidade da água destes mananciais é bastante diferenciada. A água da barragem Pedra do Cavalo tem turbidez muito baixa durante a maior parte do ano e cor bastante elevada, chegando a atingir valores acima de 200 UC. A água da barragem Joanes II varia muito ao longo do ano. Nos períodos chuvosos, entre os meses de março e julho, a turbidez aumenta bastante. A variação da cor é menos significativa ao longo do ano. A quantidade de lodos gerada no tratamento da água varia de acordo com as mudanças na qualidade da água bruta, acompanhando as variações climáticas sazonais.

As Estações de Tratamento de Água do parque da Bolandeira (Theodoro Sampaio e Vieira de Mello), por sua vez, encaminham os lodos gerados nos decantadores e as águas de lavagens dos filtros para o emissário de disposição oceânica de esgotos do Sistema Jaguaribe.

A norma técnica NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) é responsável por classificar os resíduos sólidos em diferentes níveis de periculosidade, considerando possíveis riscos ambientais e à saúde pública. Segundo esta norma, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água são definidos como resíduos sólidos, portanto, devem ser tratados e dispostos dentro dos critérios nela definidos.

A resolução Nº 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) determina as condições que devem ser cumpridas para o lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora, direta ou indiretamente nos corpos d'água. Tais condições impedem o lançamento, sem prévio tratamento, do lodo produzido nas ETA's, devido à grande concentração de sólidos sedimentáveis presentes neste resíduo.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente documento é fornecer especificações técnicas para a elaboração do **PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS LODOS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO PRINCIPAL DE SALVADOR**, considerando as diversas variáveis condicionantes do processo de tratamento, permitindo que os efluentes resultantes sejam eventualmente lançados no corpo receptor de acordo com os parâmetros previstos pela legislação ambiental e os sólidos adequadamente dispostos em aterro sanitário.

3 NORMAS DE TRABALHO

Para elaboração dos trabalhos objeto deste escopo, a empresa contratada deverá obedecer às normas da ABNT, em especial:

- NBR 12.211 (NB-587): Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;
- NBR 12.216 (NB-592): Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público;
- Resolução CONAMA Nº 430/2011: condições e padrões de lançamento de efluentes;

- Resolução CONAMA Nº 357/2005: no que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

Deverão ser observadas as normas e recomendações da EMBASA e em especial, as normas para Estudos e Serviços Topográficos, anexas ao Edital.

Deverão ainda ser observadas as posturas municipais e as diretrizes dos órgãos ambientais sendo prioritária a obtenção da licença de implantação do órgão ambiental.

4 PLANEJAMENTO DOS TRABALHOS

O planejamento global dos trabalhos para elaboração e desenvolvimento do Projeto Básico, deve identificar e analisar os diversos aspectos técnicos, ambientais e econômicos e as formas de alternativas de soluções, para o tratamento e disposição final dos resíduos gerados no tratamento da água da ETA Principal do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador.

A licitante deverá apresentar sua metodologia para desenvolvimento dos serviços e plano de trabalho por fase e o seu desdobramento em etapas, além de proposta do processo de avaliação dos trabalhos a serem realizados com participação de técnicos da EMBASA e órgãos afins. Deverão ser apresentados a listagem das atividades propostas, cronograma e fluxograma das atividades, métodos de desenvolvimento dos serviços e organização para a sua execução, com definição dos eventos para definição, análise e avaliação dos trabalhos desenvolvidos.

O Projeto Básico (PB) da Alternativa selecionada e consolidada é o conjunto de documentos necessários e suficientes à contratação das Obras, incluindo-se a sua análise econômico-financeira, os estudos ambientais necessários para licença ambiental junto ao órgão competente, devendo conter os dados para a elaboração dos editais para execução das obras, em consonância com as normas vigentes na EMBASA, visando as licitações das obras, serviços, materiais e equipamentos.

Os serviços a serem executados compreendem os serviços de campo, concepção de alternativas, seleção da alternativa mais vantajosa, elaboração dos projetos hidráulico, arquitetônico, urbanístico, paisagístico, de drenagem, de instalações hidráulico-sanitárias, elétrico, mecânico, de automação, estrutural, estudos ambientais, econômicos e financeiros.

Em todos os pontos do PB, seja na concepção do sistema, no dimensionamento ou no detalhamento das unidades, o principal aspecto a ser atendido nas avaliações deve ser, além da verificação da viabilidade técnica e ambiental, o da obtenção da máxima eficiência econômica.

Em qualquer época, mesmo após aprovação final do projeto, a EMBASA poderá exigir esclarecimentos, complementações, revisão e/ou reformulações do projeto, decorrentes de lapsos, os quais serão atendidos pela firma projetista, sem ônus adicional para EMBASA.

O planejamento global para elaboração do Projeto deverá ser desenvolvido em quatro fases distintas e complementares, ou seja:

- Fase 1: Estudos Preliminares e de Concepção
- Fase 2: Estudos Topográficos, Geotécnicos e Geológicos
- Fase 3: Projeto Básico
- Fase 4: Avaliação Ambiental

5 FASE 1 - ESTUDOS PRELIMINARES E DE CONCEPÇÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO LODO

Inicialmente, a licitante vencedora reunir-se-á com a equipe técnica da EMBASA para discutir e definir a forma de condução e a metodologia a ser empregada na elaboração dos trabalhos.

A atividade inicial dos estudos consistirá no levantamento de dados e no conhecimento das instalações da ETA Principal, seus parâmetros e rotinas operacionais. A caracterização qualitativa do lodo deverá ser feita em laboratório, separadamente para os lodos oriundos dos decantadores e da lavagem dos filtros. Os principais parâmetros e ensaios a ser determinados são:

- Massa de sólidos secos por metro cúbico de água tratada;
- Densidade dos sólidos secos;
- Concentração de sólidos secos dos lodos dos decantadores;
- Concentração de sólidos secos dos lodos da lavagem dos filtros;
- Determinação da resistência específica do lodo;
- Velocidade de sedimentação através de ensaios de sedimentação;
- Ensaios de adensabilidade do lodo, com uso de polieletrólitos;
- Ensaios de floculação, com e sem recirculação, para avaliar consumo de coagulante;
- Teores de alumínio e ferro no lodo.

A avaliação quantitativa dos lodos produzidos deverá levar em conta as vazões de descarga de decantadores e filtros, as durações e frequências destas descargas e suas variações sazonais, de acordo com as variações de qualidade da água bruta.

Os ensaios de caracterização do lodo solicitados pela consultora deverão ficar a cargo da EMBASA. Estes ensaios serão acompanhados pela equipe da consultora, que poderá sugerir alterações e/ou complementações ao trabalho.

5.2 CONDICIONANTES AMBIENTAIS

Na definição do processo de tratamento e do nível de desidratação do lodo resultante do tratamento da água da ETA Principal deverão ser observadas as exigências dos órgãos ambientais no que se refere às condições de lançamento do líquido separado do processo, assim como da manipulação, armazenamento, transporte e destino final dos resíduos sólidos produzidos. Deverão ser considerados, também, os aspectos do incômodo da população, decorrentes da existência de ruídos e maus odores e os custos necessários ao manuseio dos resíduos, prevendo-se, caso necessário, o fechamento de áreas e unidades e o isolamento contra ruídos provenientes dos equipamentos.

5.3 ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO E DE DISPOSIÇÃO FINAL

Antecedendo a fase de estudo de alternativas deverão ser efetuadas visitas técnicas às instalações de desidratação de lodos de outros Estados, que utilizam centrífugas, filtro-prensa de esteira e filtros-prensa de placas.

Essas visitas deverão ser acompanhadas por técnicos da EMBASA e terão por objetivo verificar as características operacionais de cada tipo de equipamento, para subsidiar a análise técnica das alternativas de equipamento de desidratação.

Na definição das operações unitárias do tratamento do lodo, deverão ser consideradas e analisadas as diversas variáveis condicionantes do processo, de modo a que as unidades não sejam superdimensionadas para vazões extranormais, atendendo, de forma eficiente, as variações qualitativas e quantitativas do efluente e suas mudanças ao longo do ano. Dentre as variáveis a serem consideradas, destacam-se as seguintes:

- Separação dos efluentes

Deverá ser analisada a conveniência em se separar os lodos dos decantadores e da lavagem dos filtros, em vista da diferença na concentração de matéria seca destes líquidos, na diferença entre os volumes a serem descartados e as frequências de descarte. Deverá ser estudada a possibilidade de encaminhamento das descargas dos decantadores diretamente para os adensadores de lodo, sem passar pelos tanques de equalização, com conseqüente redução do volume destes tanques.

- Equalização de vazões

Para regularização das vazões afluentes, amortecendo as cargas de sólidos pontuais, deverá ser previsto um ou mais tanques de equalização. O dimensionamento dos tanques de equalização deverá considerar a vantagem de sua associação com lagoas de acumulação, tendo por finalidade a recepção de descargas de lodo de valor elevado, superiores às normais. Os volumes acumulados nas lagoas seriam liberados, de forma lenta e uniforme, para as unidades de desidratação.

- Adensamento do lodo

Os adensadores terão a função de remover o máximo de água possível, produzindo um lodo concentrado, mais adequado para a etapa seguinte de desidratação mecânica. Deverão ser analisadas as alternativas de adensadores com funcionamento por batelada e de adensadores com funcionamento contínuo. Em qualquer caso, a unidade de adensamento deverá produzir um lodo com concentração mínima de 2% de matéria seca.

Para melhorar a eficiência do adensamento, deverá ser considerado o uso de polieletrólitos. O controle do volume de lodo, a ser transferido dos adensadores para as unidades de desidratação, será feito por detectores de nível de lodo, que indicarão a altura da interface sólido-líquido nos adensadores.

Deverá ser previsto um sistema de coleta do líquido sobrenadante dos adensadores e seu retorno para a entrada da ETA. Nos períodos em que a água se apresenta com baixa turbidez, deverá ser analisada a possibilidade de recirculação de toda água de lavagem dos filtros, com vazão regularizada, verificando-se, através de ensaios de floculação, as melhorias que tal prática trará para a qualidade da água tratada e a possível redução de dosagem de coagulantes.

Caso os ensaios de adensabilidade do lodo, com uso de polieletrólitos, indiquem taxas de aplicação muito baixas, deverá ser estudada a alternativa de adensamento mecânico em substituição aos adensadores por gravidade, avaliando-se, para uma melhor decisão, as vantagens técnicas e econômicas das duas soluções.

Deverão ser previstas as alternativas de retorno do líquido sobrenadante dos adensadores para a entrada da ETA, para o tanque de equalização, ou o seu lançamento diretamente no corpo receptor.

- Desidratação do lodo

Será usada a desidratação mecânica do lodo proveniente dos adensadores, com o objetivo de se obter uma torta com concentração de material seco de, no mínimo, 30%. Para atingir tal concentração, o lodo deverá ser condicionado com aplicação de polieletrólitos, cujo tipo e dosagem deverá ser justificada pelo projetista.

Deverão ser considerados os diversos equipamentos de desidratação disponíveis no mercado brasileiro, tais como prensa desaguadora, filtro prensa e centrífugas, selecionando-se, como referência para o projeto, aquele que ofereça maiores vantagens em termos de eficiência, custos de aquisição e operacionais, facilidade de manutenção e substituição de peças, durabilidade e confiabilidade. No levantamento dos custos operacionais de cada alternativa deverão ser considerados os custos com energia elétrica, produtos químicos

e água de lavagem do equipamento, se necessária. O equipamento deverá ser, também, o mais adequado, considerando as características do lodo a ser desidratado.

O líquido resultante do processo de desidratação deverá, após o tratamento em unidade de reuso, integrante do Sistema de Lodo, ser encaminhado para: (1) curso d'água; (2) reprocessamento na ETA e (3) aproveitamento parcial como água industrial, preparo de polímeros, lavagem de equipamentos, etc.

- Secagem complementar de lodo

Deverá ser avaliada também a possibilidade de implantação de unidades destinadas à secagem complementar de lodo, reduzindo-se desta forma o custo para disposição final do lodo remanescente do processo de desidratação.

- Disposição final dos resíduos sólidos

Deverá ser estudado o destino mais apropriado para a torta resultante da desidratação. O material produzido será armazenado provisoriamente em área próxima dos equipamentos de desidratação, antes de ser transportado para o destino final. Serão analisadas as alternativas possíveis, considerando os aspectos econômicos e ambientais, e indicando a solução mais adequada.

Em princípio, deverá ser estudada a possibilidade da disposição do lodo desidratado, gerado na ETA, no aterro sanitário da Região Metropolitana de Salvador. Sendo inviável este procedimento, deverão ser analisadas outras formas de disposição e/ou aproveitamento adequado dos lodos, como a fabricação de cimento e tijolos, produção de solo comercial e utilização em indústrias cerâmicas.

5.4 CONSOLIDAÇÃO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

As alternativas tecnicamente viáveis deverão ser pré-dimensionadas, ilustradas através de peças gráficas em escala conveniente, orçadas e comparadas, técnico, econômica e financeiramente. Com base nessa análise, será escolhida, em conjunto com a EMBASA, a solução mais adequada para o tratamento e disposição final do lodo gerado pela ETA Principal.

Após definidas as unidades constituintes do processo de tratamento dos lodos gerados na ETA Principal, as mesmas deverão ser reunidas em um arranjo geral em que fiquem definidas suas posições relativas e as formas de transferência do lodo entre as unidades.

O processo de tratamento deverá ser descrito com apresentação das eficiências e resultados esperados. As unidades e suas funções deverão ser agrupadas, de forma esquemática, em um fluxograma de processo.

6 FASE 2 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS, GEOTÉCNICOS E GEOLÓGICOS

6.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Todos os estudos topográficos necessários ao desenvolvimento dos trabalhos deverão ser executados dentro de um Cronograma que permita a disponibilidade de seus resultados, em tempo hábil, para definição das soluções e detalhamento dos projetos. Só serão realizados com autorização prévia da Fiscalização que poderá ser parcial e em função das necessidades nas diversas fases dos trabalhos, durante o prazo de execução do Projeto. Estes levantamentos deverão permitir a perfeita quantificação dos volumes de terraplanagem bem como a necessidade de obras de contenção e de macro-drenagem.

Serão efetuados estudos topográficos da área de interesse do projeto de acordo com as Normas do Departamento de Projetos da EMBASA.

6.2 ESTUDOS GEOTÉCNICOS E GEOLÓGICOS

Estes estudos deverão atender as prescrições contidas nas Normas da ABNT:

- NBR 8036: Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos para Fundações de Edifícios;
- NBR 6497: Levantamento Geotécnico;
- NBR 6484: Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos;
- NBR 6122: Projeto e Execução de Fundações; e
- NBR 8044: Projeto Geotécnico

Nas áreas previstas para a implantação de tanques, lagoas, prédios, travessias, etc., deverão ser feitas sondagens à percussão, até a camada impenetrável. Se a camada impenetrável estiver próxima a superfície, devendo ser cortada para a execução das obras, pelo menos um furo de sondagem rotativa deverá ser feito, para verificação das condições da rocha até onde deverá atingir a fundação e abaixo da mesma.

Deverá ser feito estudo geotécnico da área destinada às unidades do tratamento, de modo a caracterizar a necessidade de investigações de jazidas para empréstimo de material para aterro, se necessário.

Para as áreas de empréstimo, deverão ser feitas sondagens e ensaios de laboratório (caracterização, índices físicos, compactação, adensamento, cisalhamento, etc.) que permitam atestar a adequação da jazida quanto à qualidade e à quantidade do material.

Os ensaios de laboratório deverão atender as normas específicas da ABNT e na ausência delas, normas estrangeiras e/ou procedimentos de laboratórios idôneos, tais como; o Laboratório de Geotecnia da UFBA, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT.

O plano de sondagens (tipo, locação, espaçamento e profundidade) e de ensaios de laboratório (tipo e número) deverão ser submetidos à apreciação da EMBASA.

7 FASE 3 - PROJETO BÁSICO

A Consultora deverá fornecer o projeto básico completo, coerente com as condições topográficas e geotécnicas do local de implantação, contendo todos os elementos indispensáveis e perfeitamente definidos, acompanhados de memória de cálculos e descrição, de forma a torná-los auto-explicativos, possibilitando a compreensão do perfeito funcionamento do sistema e permitindo detalhada orçamentação, aquisição dos materiais e equipamentos.

Os projetos deverão incluir todos os estudos, resultados, e tudo o que for necessário à elaboração dos mesmos. Deverão conter, além das informações, desenhos, gráficos e anexos que forem necessários à análise, sem quaisquer referências a textos, mapas, plantas ou desenhos incluídos em relatórios anteriores.

Os projetos deverão satisfazer às exigências da ABNT, e no que ela for omissa, será permitida a utilização de normas estrangeiras ou métodos consagrados pelo uso, quando devidamente aprovados pela EMBASA.

O projeto básico da solução escolhida e aprovada pela EMBASA deverá conter basicamente as partes mencionadas a seguir:

7.1 PROJETO HIDRÁULICO

Será constituído de memorial descritivo e de cálculo, das plantas e desenhos necessários. Deverá ser apresentado o perfil hidráulico da Estação de Tratamento do Lodo – ETL para as condições operacionais das diversas vazões afluentes e etapas do projeto.

Para o dimensionamento e definição das unidades constituintes do tratamento, se torna necessário:

- Definição junto aos órgãos ambientais da perfeita caracterização da qualidade do efluente permitida para disposição no corpo d'água receptor;

- Caracterização da água bruta dos mananciais utilizados no tratamento de água, assim como a avaliação, tanto quantitativa (vazões), quanto qualitativa, dos lodos gerados;
- Escolha e dimensionamento hidráulico de todos os equipamentos e unidades da planta, inclusive os de bombeio, com justificativa das taxas de aplicação, tempos de detenção e demais parâmetros adotados nos cálculos;
- Dimensionamento e detalhamento dos tanques de preparo e armazenamento de soluções de produtos químicos, dos dosadores e tubulações de transporte das soluções até os pontos de aplicação;
- Dimensionamento e detalhamento das unidades de bombeio de lodo ou sobrenadante entre as unidades do processo, assim como das tubulações de transporte destes líquidos.
- Desenhos: onde serão apresentados, em escala conveniente, todos os detalhes, em nível de projeto básico, constando de, no mínimo:
 - planta(s) geral(is) do sistema proposto;
 - fluxograma de processo;
 - perfil hidráulico do sistema;
 - planta geral de tubulações externas;
 - plantas, cortes, e detalhes das unidades de processo, com indicações das tubulações e acessórios, além da inserção das listas de materiais e equipamentos;
 - isométrico das tubulações de processo de pequeno diâmetro;

As peças gráficas deverão conter plantas, cortes, indicação das bases de apoio de equipamentos, localização de aberturas de passagens de tubulações, indicações nas plantas da localização dos cortes e dimensão geral das diversas unidades e tudo mais que houver no sentido de permitir a sua perfeita compreensão.

7.2 PROJETO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E PLUVIAIS

Será constituído de memorial descritivo e de cálculo, planta e cortes, de acordo com as normas da ABNT, inclusive perspectiva isométrica com indicações de diâmetros, comprimentos, peças e conexões.

Deverão ser apresentados projetos de drenagem pluvial de todas as áreas onde serão implantadas unidades do sistema, quer interno, quer externo.

7.3 PROJETO ARQUITETÔNICO, URBANÍSTICO E PAISAGÍSTICO

Os objetivos principais serão o da funcionalidade e da economia, mas, nem por isso, a projetista deverá descuidar de tornar agradável a aparência da construção.

Deverão ser apresentadas todas as plantas baixas, cortes, fachadas e demais detalhes necessários ao perfeito entendimento dos elementos a construir, na escala 1:50. Todas as plantas e fachadas apresentadas deverão conter indicações dos materiais de acabamento de paredes e pisos.

O projeto urbanístico deverá proporcionar uma perfeita integração das áreas adjacentes e constará de plantas de drenagem, acessos, estacionamentos, ajardinamentos, acabamentos, indicações de movimentos de terra necessários, discriminação da vegetação a ser plantada e dos materiais a serem empregados na pavimentação.

7.4 PROJETO ELÉTRICO

Abrangerá os projetos das instalações prediais de luz e força, sistema de proteção atmosférica das linhas de transmissão, das subestações abaixadoras, geradores de emergência, cabines, quadros de controle, proteção, comando, alimentação dos motores elétricos, inclusive automação das estações elevatórias e dos equipamentos que se fizerem necessários, da iluminação das áreas externas e urbanizadas, etc.

Deverá atender as Normas específicas da ABNT, concessionária de energia e orientações da EMBASA. Os projetos serão submetidos à aprovação da concessionária de energia, devendo, nesse período, a projetista prestar todos esclarecimentos, fazer os ajustes e correções necessárias, sem ônus para a EMBASA.

Deverão ser previstas correções do fator de potência dos motores instalados como um todo, em nível superior ao exigido pela concessionária, a COELBA.

Deverá ser prevista a medição de frequência na rede, especialmente no caso de uso de inversores de frequência e sua correção a níveis recomendados pela concessionária, a COELBA, bem como a sua interferência nos demais equipamentos elétricos instalados na planta.

Deverão ser apresentados os memoriais descritivos estando incluído o explicativo da filosofia adotada para o projeto, os de cálculos, folhas de dados, desenhos, especificações, relações de materiais, equipamentos e orçamentos detalhados, para todos os projetos.

Os desenhos serão apresentados em escalas apropriadas, sendo 1:50 a escala mínima admitida.

Deverão conter o seguinte detalhamento mínimo:

7.4.1 Iluminação e Distribuição de Energia

- Plantas de distribuição de pontos de luz, tomadas de serviço e outros, distribuição de circuitos e alimentadores para instalações internas nos diversos ambientes de utilização;
- Planta de iluminação externa, distribuição de circuitos e níveis de luminotécnica;
- Plantas de distribuição de força, locação de equipamentos, alimentadores de força, distribuição de circuitos e cargas;
- Detalhes, vistas frontal e lateral, esquemas de instalação, especificação de componentes;
- Listas de carga, distribuição de circuitos, relação de equipamentos, corrente à plena carga de cada máquina operatriz, apresentação das proteções, cálculo da demanda dos componentes (DMC) e demanda total (DMT), cálculo e especificações dos equipamentos principais da subestação alimentadora;
- As instalações industriais de iluminação deverão fazer distribuição por intermédio de eletrodutos ou eletrocalhas aparentes, quando no teto ou na parede. Quando no piso deverão ser dispostas de forma subterrânea;
- As instalações industriais de força deverão ser embutidas no piso, em canaletas ou eletrodutos;
- Os condutores para comando e sinalização devem ser de cobre do tipo multipolar.
- Redes de dutos externos e subterrâneos com independência para força; comando; telefonia, dados e outros.

7.4.2 Malhas de Terra e Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosférica

- Plantas de distribuição das malhas, dimensionamento dos condutores;

- Detalhes de poços e caixas de aterramento, detalhes de interligação dos condutores, apresentação do sistema de aterramento;

7.4.3 Quadros de Distribuição de Luz e Força, e de Controle dos Motores

- Definição do processo de partida, controle, comando e proteção das máquinas operatrizes em função das características técnicas e operacionais, tensão de trabalho e planos de manutenção da operadora do sistema;
- Definição e dimensionamento das proteções, conforme potências e tensões de trabalho;
- Definição dos níveis de automação e comando, sempre de acordo com as características técnicas e operacionais de cada máquina operatriz;
- Definição do grau de automação do sistema, bem como intertravamento com outros centros de comando e operação;
- Definição, detalhamento, dimensionamento e especificação de sensores, instrumentos de medição e de controle a serem empregados;
- Apresentação de diagramas unifilar simplificado e trifilar detalhado, com especificação e dimensionamento de todos os componentes;
- Apresentação de diagrama de comando, proteção e controle com os princípios de funcionamento;
- Desenhos dimensionais dos quadros, com vistas frontais, laterais, detalhes de fixação, planta da base e outros;
- Legenda dos equipamentos e diagramas;
- Intertravamento de sistemas automáticos, funcionamento à distância, apresentação de esquemas básicos, de operação e comando;
- Orientações para operação de sistema;
- Especificação, relação de material e orçamento dos equipamentos.

7.4.4 Subestações

- Definição quanto aos níveis de tensão primário e secundário, interligação com a concessionária e sistema de medição a ser adotado;
- Definição quanto à locação, tipo de instalação, ao tempo ou abrigada em cubículo blindado, de acordo com as conveniências da operação do sistema;
- Exigências do operador do sistema quanto às cargas de reserva, etapas de instalação, expansão, demanda considerada, métodos de controle e racionalização do consumo, cálculo, dimensionamento de energia reativa, critérios para correção do fator de potência;
- Definição, exigências e dimensionamento do grau de proteção elétrica e mecânica dos equipamentos;
- Esquema unifilar com dimensionamento dos equipamentos;
- Malha de terra, detalhes de interligações;
- Plantas de base, fixações, ferragens e de movimentação dos equipamentos;
- Plantas baixas, cortes laterais e frontais, fachadas, detalhes internos;

- Especificação e relação do material, orçamento dos equipamentos, componentes, ferragens, condutores e agregados da SE; inclusive transformadores, equipamentos de medição e proteção, relés e outros;
- No caso de uso de subestação abrigada, deverão ser apresentados projetos de arquitetura e estrutural para a edificação de abrigo, de acordo com as normas e padrão do operador do sistema.

7.4.5 Linhas de Transmissão

- Cálculos, dimensionamentos, desenhos, e detalhes em planta e perfil, de rede ou linha de transmissão ou distribuição de energia, nas tensões previstas, deixando local para medição recomendado pela concessionária de energia.

7.4.6 Dupla Alimentação

- Deverá ser prevista com a concessionária e executado o projeto de rede ou linha de transmissão alternativa à planta.

7.5 PROJETO MECÂNICO

O projeto deverá apresentar perfeita justificativa dos equipamentos escolhidos, com informação de suas principais características e especificações.

Deverão ser apresentadas análises de vibração especialmente para as unidades de bombeamento e as máquinas de desidratação do lodo (prensas e centrífugas).

Deverão ser apresentados desenhos dimensionais dos fabricantes, os quais serão superpostos ao projeto hidráulico e estrutural, de modo a localizar e dimensionar os chumbadores e concretagens de fixação (grouting) necessários.

7.6 PROJETO DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO

O Projeto do Sistema de Automação, Medição e Instrumentação constará de uma análise técnica conceitual, estabelecendo as diretrizes gerais para futuro projeto executivo, e deverá abranger:

- Rotina operacional estabelecida para o sistema;
- Escopo da automação e as abrangências do processo automatizado;

A automação deverá permitir o controle operacional com acompanhamento e operação dos equipamentos nas diversas unidades e o registro contínuo das variáveis hidráulicas e elétricas da estação de tratamento de lodos.

O projeto deverá contemplar, em nível conceitual, o Centro de Comando Operacional - CCO, com indicações do “hardware”, “software” aberto, de forma que permita alterações, conforme necessidades da operação; treinamento e documentação; tipo de equipamentos e sua localização; esquema geral das redes de comunicação; posicionamento e especificações dos CLP, diagrama PI – Processo e Instrumentação e comunicação entre diferentes sistemas.

O grau de automação e instrumentação do sistema será definido em conjunto com a EMBASA e deverá ser concebido através do uso de controladores lógico-programáveis -CLP.

Devem ser definidas, em conjunto com a EMBASA, todas as características mínimas necessárias aos instrumentos de campo, visando a utilização de tecnologia adequada ao fluido do processo, precisão, confiabilidade e facilidades de manutenção.

7.7 PROJETO ESTRUTURAL

Este projeto será realizado de forma simplificada contendo os elementos básicos para a elaboração do orçamento das obras.

Deverão estar previstos basicamente:

- Planta de formas;
- Esquema geral dos esforços atuantes nas estruturas e fundações;
- Quantitativo de formas em m², e concreto em m³;
- Taxas de ferros estimadas para as estruturas;
- Previsão de ancoragem e grouting das bases de apoio dos equipamentos (centrífuga, filtro prensa, raspadores de lodo, etc.).

7.8 MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

O Manual de Operação deverá descrever os procedimentos operacionais básicos do Sistema de Tratamento do Lodo. O Manual detalhado será elaborado na fase de Projeto Executivo, não contemplado no escopo desta licitação.

O manual deverá ser claro, objetivo e de fácil compreensão.

Seu conteúdo deverá abordar, no mínimo, os seguintes itens:

- Descrição geral da concepção do sistema;
- Fluxograma dos processos e descrição das unidades operacionais;
- Instruções gerais quanto ao sistema de automação;
- Operação das unidades constituintes, indicando as ações necessárias ao bom desenvolvimento e rendimento das unidades e/ou equipamentos eletromecânicos;

7.9 RELAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS E SEUS QUANTITATIVOS

Deverão ser relacionados por unidades do sistema todos os serviços, materiais e equipamentos com respectivos quantitativos, necessários a cada etapa de implantação das obras de acordo com o Volume II (Manual do Projetista para Orçamentação) do novo Caderno de Encargos da EMBASA.

Os quantitativos de materiais e serviços serão codificados de acordo com a tabela de preços do novo Caderno de Encargos da EMBASA e deverão ter um grau de exatidão e confiabilidade tal que permita a EMBASA utilizá-lo nas licitações de execução das obras.

O grau de exatidão e confiabilidade dos serviços em questão será utilizado como parâmetro para avaliação do desempenho da Consultora e seu credenciamento em futuras licitações.

7.10 ORÇAMENTO

Deverá ser apresentado de acordo com o Volume II (Manual do Projetista para Orçamentação) do Caderno de Encargos da EMBASA, um orçamento detalhado de todas as obras, serviços, materiais e equipamentos constantes do projeto apresentado.

Deverá ser subdividido da seguinte forma:

a - Engenharia e Administração

a.1. Estudos e Projetos

a.2. Supervisão

a.3. Administração

Os itens a.2 e a.3 serão fornecidos pela EMBASA.

b - Custos Diretos

c - Custos Concorrentes

c.1. Desapropriação

d - Custos sem Destinação Específica

d.1. Imprevistos / Eventuais

Poderão ser previstos acréscimos de até 10 % nos custos das obras, devidos às contingências físicas.

Custo total = (a+b+c+d)

Deverão ser informadas no rodapé a taxa de câmbio utilizada e sua respectiva data de referência.

Para sua elaboração deverá ser utilizada a Tabela de Preços do Caderno de Encargos da EMBASA, com os respectivos códigos.

7.11 ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Deverão ser incluídas neste item as especificações detalhadas dos materiais e equipamentos a serem adquiridos pela EMBASA, tais como materiais elétricos, hidráulicos, bombas, etc., ressaltando a quantidade e detalhes relacionados com o seu funcionamento. Deverão ser apresentadas também, as especificações de todos os serviços a serem contratados pela EMBASA, indicando o material a usar, a sua quantidade, processo executivo e detalhes que sirvam à instalação dos equipamentos, inclusive a forma de remuneração de cada serviço a ser executado nas obras, quando tais especificações não constarem do novo Caderno de Encargos da EMBASA.

7.12 DESAPROPRIAÇÕES

Deverá ser apresentada a relação das desapropriações necessárias à implantação do projeto, incluindo nesta relação:

- Nome da propriedade com área correspondente a desapropriar;
- Croquis e planta da área em escala conveniente;
- Nome do proprietário e seu endereço;
- Valor das terras e das benfeitorias;
- Coordenadas geográficas ou UTM.
- Memorial descritivo da área

7.13 RESUMO DO PROJETO

Deverá constar de tomo separado, sendo o primeiro na ordem de apresentação do projeto.

Deverá conter os itens discriminados a seguir:

- Caracterização da área, com informações sobre os serviços requeridos e facilidades disponíveis para o projeto, tais como energia elétrica, comunicações, vias de acesso, etc.;

- O problema que se pretende resolver mediante a execução do projeto, bem como os benefícios que trará para a população;
- Diagnóstico e análise do sistema existente, incluindo croquis e descrição das unidades. Nesse diagnóstico, quando se tratar de ampliação de sistema, deverá ser indicado: o aproveitamento das unidades justificando-se as descartadas;
- Dados operacionais do sistema de tratamento de lodos existente;
- Período de alcance/horizonte do projeto, reportando-se às etapas de execução, população atual/existente e projetada/atendida, com breve justificativa sobre a taxa de crescimento populacional adotada;
- Balanço entre a demanda e oferta dos serviços.
- Informações sucintas sobre a análise comparativa das alternativas tecnológicas disponíveis, nos diversos componentes do sistema proposto, para escolha do projeto técnico de mínimo custo econômico (ou de maior benefício econômico líquido, quando os alcances esperados das alternativas forem diferentes). Deverá conter croquis esquemáticos de cada alternativa, bem como, a qualidade do efluente de cada uma delas. Indicar onde poderão ser encontrados/localizados, no projeto, detalhes sobre a mencionada análise;
- Breve descrição do projeto proposto, indicando tratar-se de implantação de sistema ou ampliação e/ou melhoria/modernização do sistema existente, reportando-se a seus objetivos, características principais de seus componentes (estações elevatórias, linhas de recalque, tratamento, e disposição final), bem como sua concepção relativa aos aspectos de operação e manutenção;
- Licença e Aprovação do Projeto nos Órgãos Públicos envolvendo, no mínimo:
 - IMA - Licença Ambiental
 - PMS - Licença Instalação
 - COELBA - Aprovação das linhas de transmissão; subestação; estudo partida e seletividade dos motores, medição de energia.
- Planilha resumo de orçamento das unidades a implantar, inclusive com áreas a desapropriar;
- Discriminação dos custos fixos e variáveis: nesse item deverão ser indicados os equipamentos elétricos com suas respectivas potências em Kw/h; vazão de dimensionamento por etapa de implantação; custo do Kw/h; consumo de produtos químicos por unidade; custos unitários dos produtos químicos; custo de manutenção (% sobre os investimentos);
- Cronograma de desembolso dos investimentos previstos para o sistema proposto durante o período de implantação do projeto.
- Resumo dos usos e fontes de recursos, com indicação do custo total do projeto, desagregado por categorias (Eng. e Administração, Custos Diretos, Custos Concorrentes, Custos Sem Destinação específica) de investimentos, em moeda nacional e estrangeira (US\$), especificando valor do empréstimo e montante de aporte do Estado e origem deste último, conforme informações da EMBASA;
- Tempo previsto para a execução do projeto, de acordo com o Cronograma físico-financeiro apresentado, ponderando sobre a capacidade do Órgão Executor Local para licitar, implantar, operar e manter as obras físicas previstas;
- Indicação da forma segundo a qual se prevê operar e manter os diversos componentes do projeto, visando assegurar sua eficiência durante um período de pelo menos 10 anos, contados a partir do

início de seu funcionamento/final da implantação, descrevendo o apoio técnico e administrativo e o pessoal a ser empregado bem como as instalações locais necessárias;

- Informação sobre a necessidade (ou não) de serviços de cooperação técnica, tendo em vista reforçar alguns aspectos do projeto, assinalando o montante de recursos necessários para seu financiamento;
- Resultados dos efeitos do lançamento do efluente no corpo receptor;
- Síntese das medidas e ações propostas com relação aos aspectos pertinentes à avaliação ambiental do projeto;
- Apresentação dos seguintes indicadores, com valores expressos em R\$ e US\$ para ano de implantação de projetos, 1ª etapa e 2ª etapa:
 - Custo per capita; custo total / população atendida;
 - Custo por m³ de água tratada.
- Cronograma Físico de Execução das Obras, coerente com os serviços relacionados no projeto básico.

Deverão ser anexadas:

- Planta contendo Área de Abrangência do Projeto
- Planta Geral do Sistema Projetado

8 FASE 4 – AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Deverá ser executada de acordo com o Termo de Referência apresentado a seguir (**Apêndice 5**) verificando previamente junto ao Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IMA) se este Termo de Referência atende às exigências para fins de licenciamento. Caso não atenda integralmente, deverá ser revisto e adequado às exigências do IMA.

APENDICE 5

TERMOS DE REFERÊNCIA AVALIAÇÃO AMBIENTAL

APENDICE 5 - TERMOS DE REFERÊNCIA AVALIAÇÃO AMBIENTAL

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 2 |
| 2 | CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DA INTERVENÇÃO | 2 |
| 2.1 | DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL | 2 |
| 2.2 | DESCRIÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES | 3 |
| 2.3 | DESCRIÇÃO DO PROJETO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA | 3 |
| 2.4 | RESUMO DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS E LOCACIONAIS ESTUDADAS PARA OS SISTEMAS | 4 |
| 3 | AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE IMPACTOS AMBIENTAIS | 4 |
| 3.1 | CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA REGIÃO | 4 |
| 3.2 | AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA INTERVENÇÃO | 4 |
| 3.2.1 | Avaliação dos principais impactos | 4 |
| 3.2.2 | Medidas de mitigação previstas | 5 |
| 3.2.3 | Monitoramento ambiental | 5 |
| 3.3 | ESTIMATIVA DE CUSTOS | 5 |

1 INTRODUÇÃO

O presente Termo de Referência tem como objetivo expor as principais informações técnicas a serem consideradas na elaboração dos estudos de avaliação ambiental de projetos de **SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**.

Estas informações deverão ser complementadas por procedimentos e/ou orientações do Órgão Ambiental Estadual.

A documentação técnica a ser apresentada constituir-se-á de relatório síntese, contendo uma caracterização sumária da intervenção e uma avaliação preliminar dos possíveis impactos ambientais.

Esses estudos têm como objetivo:

- Subsidiar a seleção de alternativas;
- Determinar a intensidade dos diferentes impactos ambientais da intervenção, se irrelevante, moderado ou significativo;
- Identificar a necessidade de realização de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA;
- Solicitação de licenciamento ambiental às Entidades Ambientais Estaduais.

A solicitação de licenciamento deve ser realizada na fase de concepção do empreendimento compreendida pelos estudos de Concepção Geral, Estudo de Viabilidade e/ou Projeto Básico.

2 CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DA INTERVENÇÃO

Em geral, os **Sistemas de Abastecimento de Água** compreendem os seguintes componentes: captação (com/sem canal de derivação), barragem de nível ou de regularização, adução de água bruta (estação de bombeamento e tubulações), estação de tratamento (ETA), adução de água tratada, reservatórios de superfície, reservatórios elevados e rede de distribuição. Nem todos esses componentes estão presentes em todos os sistemas.

Pode ocorrer, também, como é comum, que o projeto a ser analisado constitua uma ampliação ou adequação de um sistema já existente.

Inicialmente, portanto, a intervenção deve ser caracterizada quanto ao seu tipo: implantação de sistema completo ou ampliação/complementação de sistema, citando as unidades previstas.

As informações a seguir especificadas devem ser adaptadas em função do tipo de intervenção.

2.1 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Deve-se promover a descrição da situação existente, referente ao sistema onde estão previstas as intervenções em análise, notadamente quanto aos seguintes aspectos:

- descrição sucinta das diversas unidades componentes do sistema existente, quais sejam: manancial utilizado, obras hidráulicas de captação, estações elevatórias, adutoras, estações de tratamento, rede de distribuição e tipo de ligações domiciliares;
- demanda de água atual e à época da entrada em operação do novo sistema proposto;
- capacidade de produção dos mananciais atualmente explorados e das unidades de tratamento e reservação de água;
- índices de perda física de água nas unidades de tratamento, reservação e de distribuição;
- análise das possibilidades de redução dos índices de perdas, dos investimentos requeridos e o reflexo na disponibilidade de água;

- análise do consumo de água e das possibilidades de obtenção de redução mediante racionalização de consumo.

2.2 DESCRIÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES

Deverá ser apresentada uma descrição das intervenções previstas no Projeto. No que diz respeito à concepção dos sistemas e intervenções físicas, os seguintes aspectos deverão ser considerados:

- localização do(s) empreendimento(s), constando a localização geográfica, a localização em termos de bacia hidrográfica, indicação das sub-bacias e dos corpos de água diretamente influenciados pela(s) intervenção(ões) e mapa de localização geral;
- parâmetros adotados na concepção do(s) sistema(s), principalmente horizonte do projeto, população de projeto (de início e final de plano), consumo per capita de água para as diversas áreas urbanas a serem beneficiadas, contribuição per capita de esgotos; coeficientes do dia e da hora de maior consumo de água e de maior contribuição de esgotos;
- descrição geral do(s) sistema(s), destacando o funcionamento previsto, notadamente quanto à compatibilidade entre suas unidades componentes;
- esquema geral do(s) sistema(s) sobre planta de urbanismo, indicando a localização de cada uma de suas unidades;
- plano de implantação do(s) sistema(s), ressaltando os aspectos de cronograma geral da implantação de cada etapa do projeto, indicando as áreas atendidas com as respectivas populações beneficiadas em cada etapa; programa de implantação da(s) unidade(s) de tratamento, contendo:
 - a época em que serão implantadas as diversas fases de captação de água e de tratamento de esgotos;
 - as eficiências de cada etapa de tratamento e as percentagens dos esgotos da área de projeto que serão tratadas em cada etapa.

2.3 DESCRIÇÃO DO PROJETO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Deverão ser destacadas as seguintes informações básicas:

- manancial abastecedor;
- usos atuais e potenciais a montante e a jusante da captação;
- qualidade da água e compatibilidade com o sistema de tratamento atual e previsto.
- Obras hidráulicas de captação:
 - no caso de barragem de regularização, detalhar características principais, como altura, equipamentos de controle, sistema construtivo, área inundada, volume acumulado e vazão regularizada; Devendo a Planta da Bacia Hidráulica conter o tipo de Vegetação existente.
- estações de recalque;
- adutoras de água bruta;
- estações de tratamento de água;
- reservatórios;
- redes de distribuição;
- ligações domiciliares;
- custos estimados de cada unidade do sistema, total, por economia e por habitante.

Este item deve abordar as características físicas das unidades e incluir mapas e plantas, de forma a permitir a compreensão da interconexão entre essas unidades.

2.4 RESUMO DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS E LOCACIONAIS ESTUDADAS PARA OS SISTEMAS

Existindo alternativas técnicas e locacionais, devem ser enfatizados os seguintes aspectos:

- alternativas de mananciais abastecedores;
- alternativas de localização e de tipos de captação;
- existência e localização de estações de bombeamento;
- alternativas de adução;
- alternativas de tratamento e localização da estação;
- alternativas de etapas de implantação.

Para cada alternativa estudada, devem ser enumeradas as razões por que foram preteridas em relação à alternativa escolhida, considerando tanto as razões de ordem técnica quanto econômica.

3 AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Os estudos ambientais, nesta fase de caracterização sumária, deverão conter uma avaliação preliminar dos principais aspectos ambientais relacionados ao projeto proposto, com base nas informações existentes. Deverão ser considerados os impactos potenciais significativos (*principalmente os negativos*) nos meios natural e socioeconômico, descrevendo as eventuais medidas mitigadoras ou compensatórias.

Apresentam-se, a seguir, os principais pontos a serem analisados no estudo. A avaliação deve ser apresentada em no máximo 5 (cinco) páginas.

3.1 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA REGIÃO

Deverá ser apresentada uma breve descrição das principais características ambientais da região onde se localiza o empreendimento, considerando os aspectos do meio natural, como: fisiografia, vegetação dominante, regime de chuvas, regime dos cursos d'água, geologia e geomorfologia; e do sistema socioeconômico, como níveis de renda, emprego, escolaridade, saúde, etc.

3.2 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA INTERVENÇÃO

3.2.1 Avaliação dos principais impactos

Deverá ser realizada uma análise dos potenciais impactos positivos e negativos do(s) empreendimento(s), se possível por fase de implantação e operação, incluindo:

- Alteração no regime hidrológico do manancial

Deve ser avaliada a alteração do regime hídrico do manancial, em especial nos períodos de estiagem. Deve-se considerar a vazão mínima natural estimada (média das mínimas, mínima com 90% de permanência ou $Q_{7,10}$), a vazão derivada pela captação e a vazão remanescente.

- Interferência com outros usos

Devem ser relacionados outros usuários da água na bacia, a montante e a jusante da captação proposta e vazão derivada (real ou estimada) por esses usuários; lançamentos de efluentes (se existirem) e uso do manancial como corpo receptor para diluição; existência de atividades a montante com possível prejuízo para a qualidade da água captada (indústria, agricultura intensiva, com uso de agrotóxicos, p. ex.).

- Impactos decorrentes de localização das obras

Devem ser analisadas interferências em áreas protegidas por lei (áreas de preservação permanente, parques e reservas, áreas de proteção ambiental, etc.), áreas indígenas, de relevante interesse ecológico ou cultural, assim como possíveis interferências significativas com outras obras de infra-estrutura e áreas de uso público intenso. Deve ser analisada, também, a necessidade de relocação de famílias da área urbana, no caso das obras de adução, reservação, tratamento, etc. e, na área rural, no caso de obras de captação e barramento com reservatório de regularização.

No caso de a intervenção acarretar impactos potenciais em áreas de relevante interesse ambiental (*sejam áreas definidas pela legislação ou por avaliação do próprio empreendedor ou do órgão ambiental*), será necessária a elaboração de documento específico, intitulado **Avaliação dos Impactos Ambientais na(s) Área(s) de Relevante Interesse Ambiental**. O objetivo dessa componente do estudo é avaliar a compatibilidade do empreendimento com a natureza e a vocação da área, esta última definida, se for o caso, pelo instrumento legal ou administrativo que a instituiu como área de proteção ambiental. Esse estudo deve incluir, pelo menos: i) a caracterização das fitofisionomias a serem alteradas, especificando sua importância ecológica, local e regional; ii) a avaliação das possíveis perdas de *habitats* para a fauna terrestre, aquática e alada; iii) a proposição das possíveis medidas atenuadoras (mitigadoras ou compensatórias); e iv) uma conclusão a respeito da viabilidade ambiental da intervenção em face dos impactos potenciais na(s) área(s) de interesse ambiental em questão.

- Alteração no quadro socioeconômico

Os impactos positivos podem ser resumidos na melhoria das condições de vida da população a ser abastecida (conforto e bem-estar), redução na incidência de moléstias de veiculação hídrica, diminuição das faltas ao trabalho e da necessidade de internações para tratamento médico, aumento da produtividade e outros benefícios decorrentes dessa melhoria, geração de empregos nas fases de construção e operação dos sistemas.

Com exceção da geração de empregos, que pode ser quantificada com razoável precisão, os demais impactos positivos são de difícil mensuração, embora seja reconhecido que são inerentes a todos os projetos desse tipo. Devem, no entanto, sempre que possível, ser apresentadas informações numéricas sobre o quadro atual e a reversão esperada.

3.2.2 Medidas de mitigação previstas

Sempre que ficar caracterizada a existência de potencial impacto negativo significativo, devem ser indicadas as medidas a serem adotadas para sua atenuação.

Como conclusão dessa avaliação, deverão ser indicados quais componentes necessitarão passar por estudos mais aprofundados, para assegurar as medidas que terão de ser adotadas em fases posteriores de implementação da intervenção.

Nas localidades onde, eventualmente, esteja prevista somente a implantação de sistemas de abastecimento de água, deve-se comentar a existência e tipo de sistema de esgotamento sanitário e quais as alternativas de disposição dos esgotos provenientes do aumento de oferta de água potável, as quais possam satisfatoriamente justificar a ausência de um sistema coletivo de coleta e tratamento de esgotos.

3.2.3 Monitoramento ambiental

Sempre que possível e pertinente, deverão ser indicados os monitoramentos recomendáveis a serem implementados nas diversas fases, de modo a assegurar o controle dos impactos e das ações para sua mitigação.

3.3 ESTIMATIVA DE CUSTOS

Sempre que os custos para mitigação dos impactos ambientais negativos, decorrentes das situações sem e com projeto, envolverem outros custos além daqueles relativos às próprias obras propostas para solução da situação-problema e de sua adequação para atendimento a exigências legais, estes deverão ser estimados e considerados na comparação de alternativas.