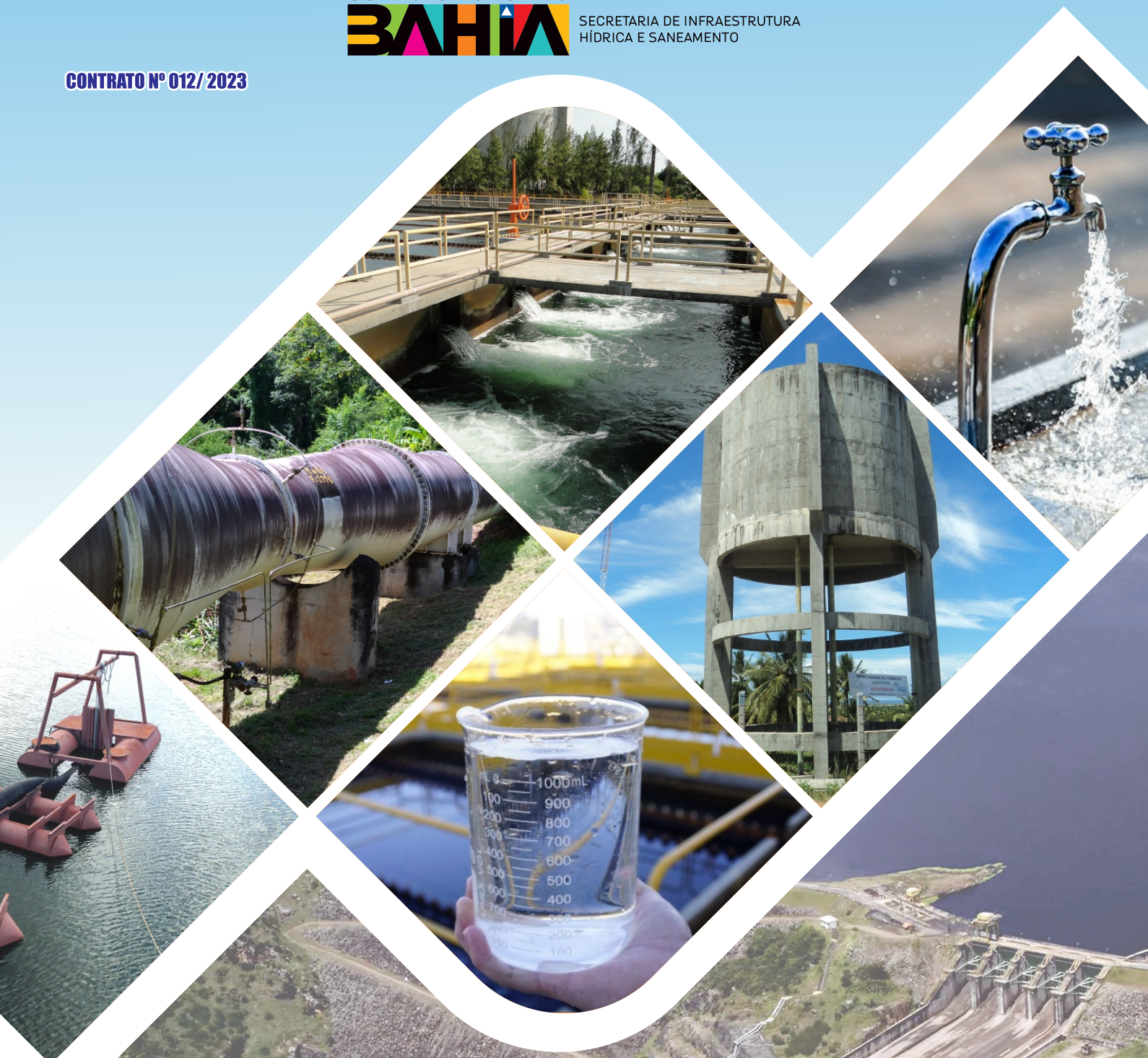
GOVERNO DO ESTADO
BAHIA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO

CONTRATO Nº 012/ 2023



REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR, SANTO AMARO E SAUBARA.

PRODUTO 03

FASE 1 - TOMO II - RELATÓRIOS DE ESTUDOS BÁSICOS

VOLUME 02 – DIAGNÓSTICOS DOS SAA

CAPÍTULO 01 – SALVADOR, LAURO DE FREITAS E SIMÕES FILHO

GEOHIDRO

REV.07 - OUTUBRO / 2025

CARLOS FRANCISCO CRUZ VIEIRA:01979698520

Assinado de forma digital por CARLOS FRANCISCO CRUZ VIEIRA:01979698520
Dados: 2026.05.17 16:17:36 -03'00'

GOVERNADOR DO ESTADO DA BAHIA

Jerônimo Rodrigues

VICE-GOVERNADOR DO ESTADO DA BAHIA

Geraldo Júnior

SECRETÁRIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO

Larissa Gomes Moraes

CHEFE DE GABINETE

Camila Medrado Totti

SUPERINTENDENTE DE SANEAMENTO E GESTOR DO CONTRATO

Marcelo Menezes de Freitas

DIRETOR DE SANEAMENTO URBANO E FISCAL DO CONTRATO

Marlon Albert Melo Andrade

GRUPO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO – GAT

Marcelo Menezes de Freitas	Gestor do Contrato
Marlon Albert Melo Andrade	Fiscal do Contrato
Norma Lúcia Gomes Vilas Bôas	Engenheira Civil
André Gamalho Guimarães	Engenheiro Civil
Bartira Mônaco Rondon	Engenheira Sanitarista e Ambiental
Polyanna Duarte de Carvalho	Engenheira Civil
Jucilene Vieira Sena	Engenheira Sanitarista e Ambiental
Júlio César Rocha Mota	Engenheiro Civil
Fábio Freitas Alves	Engenheiro Civil
César Ricardo Almeida Requião	Engenheiro Civil
Francisco Afonso da Costa Júnior	Engenheiro Civil
Luan Bomfim Pereira	Engenheiro de Controle e Automação de Processos
Rafael Augusto Bastos de Almeida	Engenheiro Sanitarista e Ambiental
Rodrigo Rocha Araújo	Engenheiro Eletricista
Jean Franck da Silva Soares	Engenheiro Civil

GEOHIDRO CONSULTORIA SOCIEDADE SIMPLES LTDA

COORDENAÇÃO GERAL E RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Arakem Maltez Oliveira - Engenheiro Civil

Carlos Francisco Cruz Vieira - Engenheiro Civil

José Erwin Justiniano Rivero - Engenheiro Civil

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Carlos Francisco Cruz Vieira - Engenheiro Civil

GERÊNCIA DO CONTRATO

Daniela Barbosa Oliveira Costa - Engenheira Civil

Felipe Paiva Silva de Oliveira - Engenheiro Sanitarista e Ambiental

ASSESSORIA TÉCNICA ESPECIAL

Edson Salvador Ferreira - Engenheiro Civil

EQUIPE TÉCNICA

Daniela Barbosa Oliveira Costa	Engenheira Civil
Felipe Paiva Silva de Oliveira	Engenheiro Sanitarista e Ambiental
Simone Cavalcanti de Almeida	Engenheira Sanitarista
Alessandra da Silva Faria	Engenheira Sanitarista e Ambiental
Raydalvo Landim L. B. Louzeiro	Engenheiro Civil
Údson Renan dos Santos Silva	Engenheiro Sanitarista e Ambiental
Emanoella Rodrigues Ribeiro de Oliveira	Engenheira Sanitarista e Ambiental
Anna Caroline Santana de Oliveira	Engenheira Sanitarista e Ambiental
Aline Santana dos Santos	Engenheira Ambiental
Raquel Pereira de Souza	Engenheira Ambiental
André Luis de Oliveira Almeida Santos	Engenheiro Sanitarista e Ambiental
Rafael dos Santos Silva	Engenheiro Sanitarista e Ambiental
Tereza Rosana Orrico Batista	Engenheira Sanitarista e Ambiental
Daniel Nadier Cavalcanti Reis	Engenheiro Agrimensor e Cartógrafo
Carlos Eugênio Lacerda Ramos	Designer Gráfico
Tainá Couto dos Santos	Estagiária de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica
Roberta Marques Reis Pereira	Estagiária de Engenharia Sanitária e Ambiental

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 20

INTRODUÇÃO 21

1. SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SALVADOR, LAURO DE FREITAS E SIMÕES FILHO 23

1.1 MANANCIAIS 24
1.1.1 Mananciais Superficiais 24
1.1.1.1 Bacia do rio Joanes 24
1.1.1.2 Bacia do rio Jacuípe 26
1.1.1.3 Bacia do rio Paraguaçu 27
1.1.1.4 Bacia do rio Pojuca 27
1.1.2 Mananciais Subterrâneos 28
1.1.2.1 Aquífero São Sebastião 28

1.2 BARRAGENS E RESERVATÓRIOS 30
1.2.1 Barragens e reservatórios do rio Ipitanga 30
1.2.2 Barragens e reservatórios do rio Joanes 33
1.2.3 Barragem e reservatório de Santa Helena 35
1.2.4 Barragem e reservatório de Pedra do Cavalo 37
1.2.5 Qualidade da água dos mananciais do SIAA de Salvador 41
1.2.5.1 Critério de Avaliação da Qualidade da Água 41
1.2.5.2 Parâmetros Avaliados 43
1.2.5.3 Análise dos Resultados Registrados nos Últimos Três Anos 44

1.3 AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DOS MANANCIAIS DO SIAA DE SALVADOR 49
1.3.1 Reservatórios do rio Ipitanga 49
1.3.2 Reservatórios do rio Joanes 50
1.3.3 Reservatório de Santa Helena 52
1.3.4 Reservatório de Pedra do Cavalo 54
1.3.5 Disponibilidade Hídrica dos Reservatórios – Síntese das vazões regularizadas 55

1.4 SISTEMAS ADUTORES DE ÁGUA BRUTA – CAPTAÇÕES, ELEVATÓRIAS E ADUTORAS 56
1.4.1 Sistemas Adutores de Água Bruta para as ETAs do Parque da Bolandeira 57
1.4.1.1 Sistema Adutor Ipitanga I - ETAs do Parque da Bolandeira 59
1.4.1.2 Sistema Adutor Joanes I – Bolandeira 61
1.4.2 Sistemas Adutores de Água Bruta para a ETA Principal 68
1.4.2.1 Sistema Adutor Pedra do Cavalo - ETA Principal 68
1.4.2.2 Sistema Adutor Joanes II - ETA Principal 79
1.4.2.3 Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II 82
1.4.2.4 Sistema Adutor Aquífero São Sebastião - ETA Principal 95
1.4.3 Sistema Adutor de Água Bruta para a ETA Suburbana 100

1.5 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA 100
1.5.1 ETA Principal 101
1.5.1.1 Chegada de Água Bruta 102
1.5.1.2 Floculadores 105

1.5.1.3 Decantadores....108
1.5.1.4 Filtros....110
1.5.1.5 Reservatório de Contato, Desinfecção e Fluoretação....112
1.5.1.6 Sistema de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos....113
1.5.1.7 Extravasores das águas de lavagem dos filtros e lodos dos decantadores....117
1.5.1.8 Laboratório de Análises da Qualidade da Água....118
1.5.1.9 Ampliação da ETA Principal....120
1.5.2 ETAs do Parque da Bolandeira....121
1.5.2.1 Caixa de reunião de água bruta....121
1.5.2.2 ETA Vieira de Mello....122
1.5.2.3 ETA Teodoro Sampaio....130
1.5.2.4 Sistema de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos....133
1.5.2.5 Laboratório de Análise da Qualidade da Água....137
1.5.2.6 Implantação da Estação de Tratamento de Lodo das ETAs do Parque da Bolandeira....138
1.5.2.7 Possibilidade de Ampliação das ETA....139
1.5.3 ETA Suburbana....139
1.5.4 Avaliação da Qualidade da Água Tratada do SIAA de Salvador....146

1.6 SISTEMA ADUTOR DE ÁGUA TRATADA....147
1.6.1 Sistema Adutor da ETA Principal....149
1.6.1.1 Adutora de Água Tratada Principal....149
1.6.1.2 Estação Elevatória de Água Tratada e Standpipe....151
1.6.1.3 Ampliação do Sistema Adutor da ETA Principal....154
1.6.2 Sistema Adutor de Água Tratada do Parque da Bolandeira....155
1.6.2.1 Adutoras de Água Tratada do Parque da Bolandeira....155
1.6.2.2 Reservatório e Estação Elevatória Baixa Carga....159
1.6.2.3 Reservatório e Estação Elevatória Alta Carga....159
1.6.2.4 Estação Elevatória da ETA Vieira de Mello....160
1.6.2.5 Estação Elevatória da ETA Teodoro Sampaio....160
1.6.2.6 Ampliação do Sistema Adutor de Água Tratada do Parque da Bolandeira....161
1.6.3 Sistema de Adução de Água Tratada da ETA Suburbana....162
1.6.3.1 Adutoras de Água Tratada da ETA Suburbana....162
1.6.3.2 Estação Elevatória de Água Tratada da ETA Suburbana....163
1.6.4 Subadutora R7 – R15 – Unidade Regional de Federação....164

1.7 SISTEMA DE RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO....166
1.7.1 Unidade Regional da Bolandeira – UMB....171
1.7.1.1 Setor R1 (Duna)....173
1.7.1.2 Setor R20 (Fazenda Grande III)....178
1.7.1.3 Setor R23....186
1.7.2 Unidade Regional da Federação – UMF....194
1.7.2.1 Setor R3 (Caixa D'Água)....196
1.7.2.2 Setor R5 (Garcia)....201
1.7.2.3 Setor R15 (Federação)....206
1.7.2.4 Setor R19 (Campinas de Brotas)....211
1.7.2.5 Zonas abastecidas pela Subadutora R7-R15 (Setor R4-Pitangueiras)....216
1.7.3 Unidade Regional do Cabula – UML....223
1.7.3.1 Setor R7 (Cabula)....225

1.7.3.2 Setor R25 (Goméia) 234
1.7.3.3 Zonas atendidas pela adutora principal – Distribuição em marcha UML 239
1.7.4 Unidade Regional de Pirajá – UMJ 244
1.7.4.1 Setor R10 (Ilha Amarela) 246
1.7.4.2 Setor R12 (Praia Grande) 250
1.7.4.3 Setor R14 (Águas Claras) 254
1.7.4.4 Setor R17 (Pirajá) 259
1.7.4.5 Setor R18 (Valéria) 265
1.7.4.6 Setor R21 (Simões Filho) 270
1.7.4.7 Zonas abastecidas por adutoras e subadutoras 279

1.8 PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 285
1.8.1 Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água 286
1.8.1.1 Perdas Físicas 287
1.8.1.2 Perdas Aparentes 288
1.8.1.3 Avaliação dos Indicadores de Perdas Físicas no SIAA de Salvador 290
1.8.1.4 Balanço Hídrico no Sistema de Abastecimento de Água 294
1.8.1.5 Limites Econômicos e Limites Técnicos do Controle de Perdas 295
1.8.1.6 Síntese das ações realizadas pela Embasa para o controle e redução de perdas 297
1.8.2 Eficiência Energética 304
1.8.2.1 Síntese das ações realizadas pela Embasa 306

REFERÊNCIAS 309

APÊNDICE 1 – QUALIDADE DA ÁGUA DOS MANANCIAIS 313

ANEXO I – BOLETINS DE VOLUME DE ÁGUA ADUZIDO/PRODUZIDO 362

ANEXO II – ESTUDOS HIDROLÓGICOS (PARMS 2016) 366

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais Mananciais e Sistemas de Abastecimento de Água da RMS 22

Figura 1.1 - Principais mananciais do SIAA de Salvador e suas bacias hidrográficas 25

Figura 1.2 - Resultados dos Estudos de Regularização do rio Pojuca 28

Figura 1.3 - Mapa de zonas de favorabilidade hídrica do aquífero São Sebastião 29

Figura 1.4 – Reservatório e Barragem Ipitanga I 30

Figura 1.5 - Reservatório e Barragem Ipitanga II 30

Figura 1.6 - Variação do volume acumulado no reservatório de Ipitanga I no período janeiro/2007 - fevereiro/2021 32

Figura 1.7 - Variação do volume acumulado no reservatório de Ipitanga II no período janeiro/2007 - fevereiro/2021 32

Figura 1.8 - Reservatório e Barragem Joanes I 33

Figura 1.9 - Reservatório e Barragem Joanes II 33

Figura 1.10 - Variação do volume acumulado no reservatório de Joanes I no período julho/1992 - março/2021 35

Figura 1.11 - Variação do volume acumulado no reservatório de Joanes II no período janeiro/2007 - março/2021 35

Figura 1.12 - Ponto de captação da água bruta no lago da barragem de Santa Helena 36

Figura 1.13 - Variação do volume acumulado no reservatório de Santa Helena no período março/2006 - dezembro/2021 37

Figura 1.14 - Barragem e Reservatório de Pedra do Cavalo 38

Figura 1.15 - Relação Cota – Área – Volume da Represa de Pedra do Cavalo 40

Figura 1.16 - Variação do volume acumulado no reservatório de Pedra do Cavalo no período janeiro/2013 - março/2021 40

Figura 1.17 - Pontos de amostragem utilizados na avaliação da qualidade da água das represas 42

Figura 1.18 – Sistema Adutor de Água Bruta do Parque da Bolandeira 58

Figura 1.19 - Captação da Embasa na represa Ipitanga I 59

Figura 1.20 - Croqui do Sistema Adutor Joanes I – Parque Bolandeira 62

Figura 1.21 - *Booster* do Sistema Adutor em Aço, com Captação na Barragem Joanes I 63

Figura 1.22 - Perfil Piezométrico do Sistema Adutor Joanes I - Bolandeira 66

Figura 1.23 - Construção da nova elevatória próximo à barragem de Joanes I 68

Figura 1.24 - Sistema Adutor de Água Bruta da ETA Principal 69

Figura 1.25 - Sistema Adutor de Pedra do Cavalo 70

Figura 1.26 - Vista panorâmica da Estação Elevatória EEAB e das estruturas subsequentes 71

Figura 1.27 - Vista do piso de motores da EEAB 73

Figura 1.28 - Condições Operacionais das Bombas EBARA na elevatória de Pedra do Cavalo 74

Figura 1.29 - Associação de duas bombas 16LN35, funcionando isoladamente ou em paralelo com as bombas EBARA.....75

Figura 1.30 - Instalação do trecho do 2º sifão invertido 78

Figura 1.31 - Melhoria do revestimento do canal 78

Figura 1.32 - Vista da captação/elevatória do sistema adutor Joanes II – ETA Principal.....79

Figura 1.33 - Esquema das adutoras Joanes II – ETA Principal 82

Figura 1.34 - Vista panorâmica da captação/elevatória de Santa Helena 83

Figura 1.35 - Esquema geral dos sistemas adutores Santa Helena – Joanes II e Santa Helena – Braskem...84

Figura 1.36 - Vista do módulo existente implantado conforme projeto (uma bomba em manutenção) 86

Figura 1.37 - Vista dos novos conjuntos motobombas instalados no segundo módulo em 2020.....86

Figura 1.38 - Captação Jacumirim – Santa Helena durante a crise hídrica do ano de 2017.....87

Figura 1.39 - Barramento e conjuntos motombas flutuantes utilizados na crise hídrica do ano de 2017 87

Figura 1.40 - Batimetria em trecho do Reservatório da Barragem de Santa Helena.....88

Figura 1.41 - Concepção do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II conforme projeto da Embasa.....90

Figura 1.42 - Arranjo Geral do Sistema Adutor Poços Aquífero São Sebastião - ETA Principal, conforme Projeto Básico Existente 98

Figura 1.43 - Perfil piezométrico do Sistema Adutor Poços Aquífero São Sebastião - ETA Principal, conforme Projeto Básico Existente 99

Figura 1.44 - Sistema Adutor de Água Bruta da ETA Suburbana 100

Figura 1.45 - Entrada das Estações de tratamento de Água do SIAA de Salvador.....101

Figura 1.46 - Vista geral da ETA Principal e disposição das suas unidades 102

Figura 1.47 - Croqui da chegada da água bruta na ETA principal.....103

Figura 1.48 - Compartimentos da câmara de chegada de água bruta da ETA Principal.....103

Figura 1.49 - Sistema de mistura de água bruta da ETA Principal.....103

Figura 1.50 - Ponto de aplicação de sódio e barrilha da ETA Principal.....103

Figura 1.51 - Ponto de pré-cloração na câmara de água bruta 104

Figura 1.52 - Tubulações para Vertedouro Creager da ETA Principal 104

Figura 1.53 - Ponto de aplicação do sulfato de alumínio na ETA Principal 104

Figura 1.54 - Saída após vertedouro Creager e segundo ponto de pré-cloração na ETA Principal 104

Figura 1.55 - Canais de água coagulada da ETA Principal.....104

Figura 1.56 - Canal que alimenta o primeiro e o segundo módulos de floculação da ETA Principal.....105

Figura 1.57 - Canal que alimenta o terceiro módulo de floculação da ETA Principal 105

Figura 1.58 - Ponto de aplicação de polímero não–iônico nos canais de água coagalada da ETA Principal.105

Figura 1.59 - Ponto de aplicação de polímero aniônico no canal de água coagulada da ETA Principal 105

Figura 1.60 - Primeiro e segundo módulos de floculação da ETA Principal 106
Figura 1.61 - Agitador mecânico da ETA Principal 107
Figura 1.62 - Terceiro módulo de floculação da ETA Principal 107
Figura 1.63 - Canal de saída do segundo módulo da ETA Principal 107
Figura 1.64 - Câmara de interligação com o canal de água floculada do terceiro módulo de floculação 107
Figura 1.65 - Detalhe do corte da parede de concreto da câmara de interligação 107
Figura 1.66 - Aplicação do polímero aniônico no canal de água floculada para os Decantadores de Alta Taxa 108
Figura 1.67 - Módulos de decantação convencional da ETA Principal 109
Figura 1.68 - Canal de descarga dos decantadores da ETA Principal 110
Figura 1.69 - Módulo de decantação de alta taxa da ETA Principal 110
Figura 1.70 - Canal de água decantada da ETA Principal 110
Figura 1.71 - Filtros da ETA Principal 111
Figura 1.72 - Reservatório de contato da ETA Principal 113
Figura 1.73 - Aplicação do cloro no reservatório de contato da ETA Principal 113
Figura 1.74 - Aplicação do flúor no reservatório de contato ETA Principal 113
Figura 1.75 - Estruturas de armazenamento de produtos químicos da ETA Principal 115
Figura 1.76 - Sistemas de dosagens dos produtos químicos da ETA Principal 116
Figura 1.77 - Extravasores das águas de lavagem dos filtros e lodos dos decantadores 117
Figura 1.78 - Laboratório de análises da qualidade da água na ETA principal 119
Figura 1.79 - Vista geral do Parque da Bolandeira 121
Figura 1.80 - Pontos de aplicação de carvão ativado e permanganato de potássio na caixa de reunião 122
Figura 1.81 - Vista geral da ETA Vieira de Mello 122
Figura 1.82 - Entrada de água bruta na ETA Vieira de Mello 123
Figura 1.83 - Aplicação do sulfato férrico na Câmara de chegada da água bruta do sistema adutor Joanes I 123
Figura 1.84 - Aplicação do cloro na Câmara de chegada da água bruta do sistema adutor Joanes I 124
Figura 1.85 - Câmara de chegada após a entrada de água bruta do sistema adutor Ipitanga I 124
Figura 1.86 - Canais de água coagulada, calha Parshall e ponto de aplicação do carvão ativado 125
Figura 1.87 - Módulo de floculação na ETA Vieira de Mello 125
Figura 1.88 - Decantadores de alta taxa da ETA Vieira de Mello 126
Figura 1.89 - Decantador de placas paralelas da ETA Vieira de Mello 126
Figura 1.90 - Decantador de módulo tubular da ETA Vieira de Mello 127
Figura 1.91 - Zona morta da ETA Vieira de Mello 128
Figura 1.92 - Filtro de fluxo descendente da ETA Vieira de Mello 128

Figura 1.93 - Galeria dos filtros da ETA Vieira de Mello 129
Figura 1.94 – Vista geral da ETA Teodoro Sampaio 130
Figura 1.95 - Canal de água coagulada da ETA Teodoro Sampaio 131
Figura 1.96 - Pontos de aplicação dos produtos químicos na entrada da ETA Teodoro Sampaio 131
Figura 1.97 - Equipamentos e estruturas da ETA Teodoro Sampaio 132
Figura 1.98 - Armazenamento de produtos químicos no Parque da Bolandeira 135
Figura 1.99 - Dosagem de produtos químicos no Parque da Bolandeira 136
Figura 1.100 - Laboratório de Qualidade da Água na ETA Vieira de Mello 137
Figura 1.101 - Turbidímetros na ETA Teodoro Sampaio 138
Figura 1.102 - Vista da ETA Suburbana 140
Figura 1.103 - Croqui esquemático da entrada de água na ETA Suburbana 140
Figura 1.104 - Câmara de chegada da água na ETA Suburbana 141
Figura 1.105 - Ponto de aplicação do sulfato de alumínio na câmara de chegada da ETA Suburbana 141
Figura 1.106 - Ponto de aplicação do cloro/hipoclorito de sódio na adutora de água bruta da ETA Suburbana 141
Figura 1.107 - Ponto de aplicação do sulfato de alumínio na adutora de água bruta da ETA Suburbana 141
Figura 1.108 - Filtros da ETA Suburbana 142
Figura 1.109 - Reservatório de distribuição e lavagem dos filtros da ETA Suburbana 142
Figura 1.110 - Calhas coletoras de água filtrada com diferentes vazões na ETA Suburbana 142
Figura 1.111 – Canal de coleta que encaminha a água filtrada para o tanque de contato (esquerda) e tanque de contato com ponto de desinfecção (direta) 143
Figura 1.112 - Estrutura de armazenamento e dosagem dos produtos químicos da ETA Suburbana 145
Figura 1.113 - Laboratório de Qualidade da Água da ETA Suburbana 146
Figura 1.114 - Sistema Adutor de Água Tratada do SIAA de Salvador 148
Figura 1.115 - Croqui da Adutora de Água Tratada Principal 150
Figura 1.116 - Estação Elevatória de Água Tratada da ETA Principal 153
Figura 1.117 - Subestação elétrica da ETA Principal 153
Figura 1.118 - *Standpipe* da ETA Principal 154
Figura 1.119 - Croqui esquemático das adutoras de água tratada do Parque da Bolandeira 157
Figura 1.120 - Traçado das adutoras de água tratada do Parque da Bolandeira 158
Figura 1.121 - Reservatório e EEAT Baixa Carga do Parque da Bolandeira 159
Figura 1.122 - Reservatório e EEAT Alta Carga do Parque da Bolandeira 160
Figura 1.123 - EEAT Vieira de Mello (esquerda) e EEAT Teodoro Sampaio (direita) 161
Figura 1.124 - Localização e Zonas de Abastecimento da ETA Suburbana 162
Figura 1.125 - Adução de água tratada do Sistema Produtor Suburbana 163

Figura 1.126 - Croqui Geral da Subadutora R7 - R15 165
Figura 1.127 - Zoneamento do Sistema de Distribuição de Água Tratada do SIAA de Salvador 167
Figura 1.128 - Croqui simplificado da UMB 172
Figura 1.129 - Croqui do Setor R1 174
Figura 1.130 - Área de abrangência e pontos críticos do Setor R1 e ZA 42. 175
Figura 1.131 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R1 e ZA 42. 177
Figura 1.132 - Croqui Atual do Setor R20 180
Figura 1.133 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento do Setor R20 181
Figura 1.134 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R20 185
Figura 1.135 - Croqui do setor R23 188
Figura 1.136 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento do Setor R23 189
Figura 1.137 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R23 192
Figura 1.138 - Croqui esquemático da distribuição na Unidade Regional da Federação 195
Figura 1.139 – Croqui esquemático do Setor R3 197
Figura 1.140 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R3 198
Figura 1.141 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R3 200
Figura 1.142 - Croqui esquemático do Setor R5 202
Figura 1.143 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R5 204
Figura 1.144 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R5 205
Figura 1.145 - Croqui esquemático do Setor R15 207
Figura 1.146 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R15 208
Figura 1.147 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R15 210
Figura 1.148 - Croqui esquemático do Setor R19 212
Figura 1.149 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R19 213
Figura 1.150 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R19 215
Figura 1.151 - Croqui esquemático das zonas abastecidas pela Subadutora R7-R15 217
Figura 1.152 - Área de Abastecimento direto pela Subadutora R7-R15 219
Figura 1.153 - Área de abrangência e Rede de Distribuição da Subadutora R7-R15 220
Figura 1.154 - Croqui simplificado da UML 224
Figura 1.155 - Croqui esquemático do Setor R7 227
Figura 1.156 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento do Setor R7 228
Figura 1.157 - Zoneamento proposto para Setor R7 no Projeto da NG Infra (2023) 230
Figura 1.158 - Área de abrangência do Setor 22 proposto em projeto 232
Figura 1.159 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R7 233

Figura 1.160 - Croqui do Setor R25 235
Figura 1.161 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento do Setor R25....236
Figura 1.162 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R25....238
Figura 1.163 - Croqui Zonas abastecidas pela adutora principal na UML. 240
Figura 1.164 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento das Zonas da UML abastecidas em marcha 241
Figura 1.165 - Área de abrangência e rede de distribuição das ZA 20, 21 e 31....243
Figura 1.166 - Croqui esquemático da distribuição na Unidade Regional do Pirajá....245
Figura 1.167 - Croqui esquemático do Setor R10 246
Figura 1.168 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R10 248
Figura 1.169 - Rede de Distribuição do Setor R10....249
Figura 1.170 - Croqui esquemático do Setor R12 250
Figura 1.171 - Área de Abrangência do Setor R12 252
Figura 1.172 - Rede de Distribuição do Setor R12....253
Figura 1.173 - Croqui esquemático do Setor R14 255
Figura 1.174 - Área de Abrangência Atual e Ponto Crítico do Setor R14....257
Figura 1.175 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R14....258
Figura 1.176 - Croqui esquemático do Setor R17 262
Figura 1.177 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R17 263
Figura 1.178 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R17....264
Figura 1.179 - Croqui esquemático do Setor R18 266
Figura 1.180 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R18 267
Figura 1.181 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R18....269
Figura 1.182 - Croqui esquemático do Setor R21 271
Figura 1.183 - Área de Abrangência Atual do Setor R21 272
Figura 1.184 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R21....274
Figura 1.185 - Planta geral do sistema proposto para atendimento de Simões Filho (Sede)....276
Figura 1.186 - Planta geral do sistema proposto para atendimento de Simões Filho (Localidades do Centro-Norte)....277
Figura 1.187 - Planta geral do sistema proposto para atendimento de Simões Filho (Localidades do Sul)...278
Figura 1.188 - Croqui esquemático das zonas atendidas por adutora principal/subadutoras na UMJ....281
Figura 1.189 - Área de Abrangência Atual das zonas atendidas por adutora/subadutoras na UMJ 282
Figura 1.190 - Área de abrangência e Rede de Distribuição das zonas atendidas por adutora/subadutoras na UMJ 284
Figura 1.191 - Índice médio de perdas na distribuição por região....286

Figura 1.192 - Índices médios de perdas na distribuição na área de abrangência do PARMS 2023 287

Figura 1.193 - Percentual de cada uma das parcelas que compõe as perdas aparentes nas unidades regionais de Salvador em 2020 295

Figura 1.194 - Avaliação do Nível Econômico de Controle de Vazamentos 296

Figura 1.195 - Síntese das ações para o controle de redução de perdas reais 297

Figura 1.196 - Síntese das ações para o controle de redução de perdas aparentes 298

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Principais características das barragens Ipitanga I e Ipitanga II 31
Quadro 1.2 - Principais características das barragens Joanes I e Joanes II 34
Quadro 1.3 - Principais características da barragem de Santa Helena 36
Quadro 1.4 - Principais características da barragem de Pedra do Cavalo 39
Quadro 1.5 - Parâmetros Avaliados 43
Quadro 1.6 - Quadro Síntese de Avaliação da Qualidade da Água 45
Quadro 1.7 - Classes de Estado Trófico 47
Quadro 1.8 - Resumo de Cálculo do Índice do Estado Trófico nos reservatórios do SIAA de Salvador 47
Quadro 1.9 - Vazão regularizada com 100% de permanência em Santa Helena estimada em estudos distintos 53
Quadro 1.10 - Características Operacionais dos Conjuntos Motobombas 60
Quadro 1.11 - Características Básicas dos Dispositivos 64
Quadro 1.12 - Características do *booster* 65
Quadro 1.13 - Características das Bombas Selecionadas 67
Quadro 1.14 - Características das Bombas da Captação de Pedra do Cavalo 72
Quadro 1.15 - Dados das Bombas de Captação na Represa Joanes II 80
Quadro 1.16 - Dados das Bombas de Captação na Represa Santa Helena 85
Quadro 1.17 - Fases de Ampliação e Etapas de Projeto do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II 89
Quadro 1.18 - Comparação dos balanços “demandas x disponibilidades” nos dois estudos 93
Quadro 1.19 - Características dos Conjuntos Elevatórios dos Poços 95
Quadro 1.20 - Extensões e Diâmetros das Linhas de Adução 96
Quadro 1.21 - Características dos Conjuntos Elevatórios 97
Quadro 1.22 - Produtos químicos utilizados na ETA principal 114
Quadro 1.23 - Produtos químicos utilizados nas ETA Vieira de Mello e Teodoro Sampaio 134
Quadro 1.24 - Produtos químicos utilizados na ETA Suburbana 144
Quadro 1.25 - Extensões e Diâmetros por Trechos na Adutora Principal (ETA Principal-R7) 149
Quadro 1.26 - Extensões e Diâmetros por Trechos nas Derivações da Adutora Principal 151
Quadro 1.27 - Extensões e Diâmetros das Adutoras do Parque da Bolandeira 156
Quadro 1.28 - Extensões e Diâmetros por trecho da Subadutora R7 - R15 164
Quadro 1.29 - Capacidade dos reservatórios existentes do SIAA de Salvador 168
Quadro 1.30 - Ampliações previstas no PARMS 2016 e situação atual 170
Quadro 1.31 - Níveis Operacionais do Reservatório do Setor R1 173
Quadro 1.32 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R1 e ZA 42 174

Quadro 1.33 - Características do Booster Colmar Americano da Costa 174
Quadro 1.34 - Níveis Operacionais do Reservatório do Setor R20 178
Quadro 1.35 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R20 179
Quadro 1.36 – Características dos *Boosters* do Setor R20 179
Quadro 1.37 - Configuração proposta pelo projeto de reorganização do Setor R20 - 2014 182
Quadro 1.38 - Zonas propostas para o atendimento do setor R20 pelo PARMS 2016 182
Quadro 1.39 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R23 186
Quadro 1.40 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R23 187
Quadro 1.41 - Características dos Boosters do Setor R23 187
Quadro 1.42 - Proposta de Zoneamento do PARMS 2016 para o Setor R23 190
Quadro 1.43 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R3 196
Quadro 1.44 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R3 197
Quadro 1.45 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R3 199
Quadro 1.46 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R5 202
Quadro 1.47 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R5 203
Quadro 1.48 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R5 203
Quadro 1.49 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R15 206
Quadro 1.50 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R15 206
Quadro 1.51 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R15 209
Quadro 1.52 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R19 211
Quadro 1.53 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R19 212
Quadro 1.54 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R19 214
Quadro 1.55 - Pontos críticos de distribuição de água das zonas abastecidas diretamente pela Subadutora R7-R15 218
Quadro 1.56 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R4 218
Quadro 1.57 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R4 221
Quadro 1.58 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R7 225
Quadro 1.59 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R7 226
Quadro 1.60 - Proposta de zoneamento do PARMS 2016 para o setor R7 229
Quadro 1.61 – Zoneamento proposto para o Setor R22 231
Quadro 1.62 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R25 234
Quadro 1.63 - Características dos Boosters da ZA 21 - UML 242
Quadro 1.64 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R10 246
Quadro 1.65 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R10 247

Quadro 1.66 - Níveis Operacionais do Reservatório do Setor R12 250
Quadro 1.67 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R14 254
Quadro 1.68 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R14 256
Quadro 1.69 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R14 259
Quadro 1.70 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R17 260
Quadro 1.71 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R17 260
Quadro 1.72 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R17 261
Quadro 1.73 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R18 266
Quadro 1.74 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R18 266
Quadro 1.75 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R18 268
Quadro 1.76 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R21 270
Quadro 1.77 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R21 271
Quadro 1.78 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R21 273
Quadro 1.79 - Pontos críticos de distribuição de água nas zonas abastecidas por adutora/subadutora 280
Quadro 1.80 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para as zonas atendidas por adutora/subadutoras na UMJ 283
Quadro 1.81 - Redução de perdas em função das pressões na rede de distribuição 288
Quadro 1.82 - Quantidade de ligações clandestinas de água por bairro de Salvador 288
Quadro 1.83 - Balanço hídrico modelo IWA: distribuição de água faturada e não faturada em relação ao volume aduzido 294
Quadro 1.84 - Características principais de perdas reais e aparentes 296

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Demandas de água da represa de Pedra do Cavalo, em m³/s....38
Tabela 1.2 - Volumes disponíveis para regularização e vazões em Pedra do Cavalo....39
Tabela 1.3 - Vazões médias estimadas para as bacias de Ipitanga I e Ipitanga II....49
Tabela 1.4 - Parâmetros Indicadores dos reservatórios de Ipitanga I e Ipitanga II....50
Tabela 1.5 - Comparação das estimativas de vazão regularizada em Ipitanga I e Ipitanga II....50
Tabela 1.6 - Indicadores relativos aos reservatórios de Joanes I e de Joanes II....51
Tabela 1.7 - Vazões média mensais (m³/s) na bacia do Joanes estimadas pela FEP....51
Tabela 1.8 - Comparação das estimativas de vazão regularizada em Joanes I e Joanes II....52
Tabela 1.9 - Volumes correspondentes aos níveis operacionais dos reservatórios....52
Tabela 1.10 - Vazões regularizadas em Santa Helena para cenários mais recentes....53
Tabela 1.11 - Resultados da simulação para o cenário estabelecido....54
Tabela 1.12 - Volumes disponíveis para regularização de vazões em Pedra do Cavalo....54
Tabela 1.13 - Síntese da disponibilidade hídrica dos reservatórios analisados....56
Tabela 1.14 - Parâmetros Medidos em 06/03/2013....64
Tabela 1.15 - Parâmetros do Escoamento no Sistema Joanes I - Bolandeira....65
Tabela 1.16 - Vazões Recalcadas pela Estação de Pedra do Cavalo....72
Tabela 1.17 - Condições Operacionais das Bombas de Eixo Horizontal Associadas às Bombas EBARA....76
Tabela 1.18 - Capacidade de captação da elevatória de água bruta, conforme projeto....77
Tabela 1.19 - Extensão da rede de distribuição das ZA 41 e ZA 42....176
Tabela 1.20 - Extensão da rede de distribuição do Setor R20....184
Tabela 1.21 - Extensão da rede de distribuição do Setor R23....193
Tabela 1.22 - Extensão da rede de distribuição do Setor R3....199
Tabela 1.23 - Extensão da rede de distribuição do Setor R5....203
Tabela 1.24 - Extensão da rede de distribuição do Setor R15....209
Tabela 1.25 - Extensão da rede de distribuição do Setor R19....214
Tabela 1.26 - Extensão da rede de distribuição das zonas atendidas pela subadutora R7-R15....221
Tabela 1.27 - Extensão da rede de distribuição por material no Setor R7....232
Tabela 1.28 - Extensão da rede de distribuição do Setor R25....237
Tabela 1.29 - Extensão da rede de distribuição das Zonas 20, 21 e 31 da UML....242
Tabela 1.30 - Extensão da rede de distribuição do Setor R10....247
Tabela 1.31 - Extensão da rede de distribuição do Setor R12....251
Tabela 1.32 - Extensão da rede de distribuição do Setor R14....256
Tabela 1.33 - Extensão da rede de distribuição do Setor R17....261

Tabela 1.34 - Extensão da rede de distribuição do Setor R18.....268

Tabela 1.35 - Extensão da rede de distribuição do Setor R21.....273

Tabela 1.36 - Extensão da rede nas zonas atendidas por adutora/subadutoras na UMJ.....283

Tabela 1.37 - Indicadores de perdas do SIAA de Salvador.....291

Tabela 1.38 - Indicadores de perdas de água do SIAA de Salvador por zona de abastecimento.....292

Tabela 1.39 - Distribuição das perdas aparentes e reais em relação às perdas totais nas Unidades Regionais do município de Salvador (2018 a 2020).....295

Tabela 1.40 – Quantitativo de válvulas redutoras de pressão em operação no SIAA de Salvador.....300

Tabela 1.41 - Extensão e substituição de rede no SIAA de Salvador.....301

Tabela 1.42 – Quantitativo de VRP, *boosters* e registros substituídos e instalados no período de 2020 a 2023.....301

LISTA DE SIGLAS

AAB - Adutora de Água Bruta

AAT - Adutora de Água Tratada

ACL - Mercado Livre de Energia

AGERSA - Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia

ANC - Água Não Contabilizada

ANF - Águas Não Faturadas

APA - Área de Proteção Ambiental

CAP - Carvão Ativado Pulverizado

CAT - Cota de Alimentação das Turbinas

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São PauloCMB - Conjuntos Motobombas

COELBA - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

COPAE - Controle Operacional de Água e Esgoto

DMC - Distrito de Medição e Controle

ECP - Estação de Condicionamento Prévio

EEAB - Estação Elevatória de Água Bruta

EEAR - Estação Elevatória de Água Recuperada

EEAT - Estação Elevatória de Água Tratada

EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.

ETA - Estação de Tratamento de Água

ETL - Estação de Tratamento de Lodo

FEP - Fundação Escola Politécnica

IET - Índice do Estado Trófico

IH - Índice de Hidrometração

IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura

IMAC - Índice de Macromedição

IMIC - Índice de Micromedição

INEMA - Instituto Do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IPD - Índice de Perdas na Distribuição

IPL - Índice de Perdas por Ligação

IQA - Índice de Qualidade da Água

PARMS - Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara

PESH - Plano Estadual de Segurança Hídrica

PMSBI - Plano Municipal de Saneamento Básico Integrado

PRCP - Programa Corporativo de Redução e Controle de Perdas

PSAB - Perdas na Adução de Água Bruta

PSP - Perdas no Sistema Produtor

PST - Perdas no Sistema de Tratamento

RED - Reservatório Elevado de Distribuição

RMS - Região Metropolitana de Salvador

SAA - Sistemas de Abastecimento de Água

SEDUR - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano

SEINFRA - Secretaria Municipal de Infraestrutura e Obras Públicas

SES - Sistema de Esgotamento Sanitário

SIAA - Sistema Integrado de Abastecimento de Água

SIHS - Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento

SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento

SRH - Superintendência de Recursos Hídricos

STD - Sólidos Totais Dissolvidos

TAU - Tanque unidirecional

TAR - Tanque de Água Recuperada

TDOE - Gerência de Energia Elétrica

TRD - Termo de Recebimento Definitivo

UHE - Usina Hidrelétrica

UMB - Unidade Regional da Bolandeira

UMF - Unidade Regional da Federação

UML - Unidade Regional do Cabula

UMJ - Unidade Regional de Pirajá

VMP - Valor Máximo Permitido

VRP - Válvula Redutora de Pressão

ZA - Zona de Abastecimento

APRESENTAÇÃO

Em 21 de setembro de 2023, a Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento (SIHS) celebrou com a GEOHIDRO o Contrato nº 12/2023, referente à prestação dos serviços de **Avaliação das Proposições e Atualização do Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara (PARMS)**.

O referido serviço tem como objetivo manter o PARMS de 2016 atualizado em suas proposições fundamentais e coerente com as necessidades atuais, proporcionando o ajuste do planejamento físico-financeiro para subsidiar e balizar os investimentos nos próximos Planos Plurianuais (PPA), a fim de garantir o fornecimento de água em quantidade e qualidade satisfatórias para as demandas de sua área de abrangência.

Conforme estabelecido no Termo de Referência do Edital da Concorrência Pública nº 01/2023, os documentos a serem produzidos e emitidos referentes aos estudos contratados deverão obedecer à seguinte estrutura básica:

- PLANO DE TRABALHO CONSOLIDADO;
- MACROATIVIDADE 1 – Avaliação das Proposições do PARMS de 2016 - Balanço Previsto x Realizado, compreendendo:
  - Relatório do Balanço das Intervenções Estruturais;
  - Relatório do Balanço das Intervenções Estruturantes;
  - Relatório Preliminar de Avaliação das Proposições do PARMS;
  - Seminário sobre a Avaliação das Proposições do PARMS;
  - Relatório da Discussão dos Resultados da Avaliação Sistemática;
  - Relatório Final Consolidado da Avaliação das Proposições do PARMS.
- MACROATIVIDADE 2 – Revisão e Atualização do PARMS, compreendendo:
  - FASE 1: Tomo II – Relatórios dos Estudos Básicos;
    - Volume 01 - Relatórios dos Estudos de População e Demanda de Água;
    - Volume 02 - Relatórios de Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA).
  - FASE 2: Tomo III – Relatórios dos Estudos de Concepção e Viabilidade;

    Tomo V – AAE: Relatório de Avaliação Ambiental das Alternativas.
  - FASE 3: Tomo IV – Relatórios das Diretrizes e Proposições;

    Tomo V – AAE: Relatório de Avaliação Ambiental das Alternativas.
  - FASE 4: Tomo I – Relatório Sinopse.

O presente relatório, intitulado Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) dos Municípios de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho, trata-se do produto que constitui o **Capítulo 01 do Volume 02 – Relatório do Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA)**, componente da **Fase 1: Tomo II – Relatórios de Estudos Básicos / MACROATIVIDADE 2**.

INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Salvador (RMS) é abastecida por diversos sistemas de abastecimento de água. O Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho (SIAA de Salvador) é o principal sistema de abastecimento da RMS, utilizando como mananciais as represas de Joanes I e II; Ipitanga I e II; Santa Helena; e Pedra do Cavalo.

Outros sistemas de abastecimento de água da RMS estão associados ao SIAA de Salvador, seja por compartilhamento de mananciais ou de suas estruturas de adução e tratamento.

Compartilham da represa Pedra do Cavalo os seguintes sistemas: SIAA de Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Terra Nova e Teodoro Sampaio; SIAA de Santo Amaro e Saubara; SIAA Recôncavo, que atende as sedes municipais e localidades de Candeias, Madre de Deus e São Francisco do Conde; e os sistemas de abastecimento industrial da Refinaria de Mataripe (São Francisco do Conde) e Cia Norte (Candeias). A represa de Santa Helena é compartilhada com o sistema industrial da Braskem (Camaçari).

Dentre os sistemas acima relacionados, os que se utilizam da represa Pedra do Cavalo têm sua demanda incluída na parcela da vazão regularizada alocada para o SIAA de Salvador, de 7 m³/s, correspondente à primeira etapa em funcionamento. As demandas de outros sistemas abastecidos pela represa Pedra do Cavalo, localizados fora da área de intervenção do presente Plano, devem ser consideradas na vazão regularizada pela represa Pedra do Cavalo, descontada a vazão prevista para o SIAA de Salvador.

Em conjunto, as demandas do SIAA de Salvador e dos sistemas a ele associados, acima referidos, representam cerca de 90% das demandas de abastecimento da RMS.

Os demais sistemas de abastecimento da RMS estão localizados predominantemente sobre a Bacia Sedimentar do Recôncavo, incluindo os municípios de Camaçari, Dias d'Ávila, Mata de São e São Sebastião do Passé. As grandes reservas de águas subterrâneas existentes nessa região, principalmente no domínio do aquífero São Sebastião, são determinantes para que esse aquífero seja o principal manancial utilizado, tanto nas sedes municipais desses municípios como em suas localidades litorâneas. Apenas nos extremos norte e nordeste da RMS, a sede municipal de Pojuca, uma pequena porção do município de Camaçari, e algumas localidades de Mata de São João se utilizam dos recursos superficiais ali existentes.

Inserido na bacia do Recôncavo Sul, no âmbito da RMS, existe ainda o SIAA Vera Cruz e Itaparica que atende as sedes municipais e outras localidades desses municípios.

A **Figura 1** apresenta os principais mananciais que abastecem os municípios integrantes do PARMS.

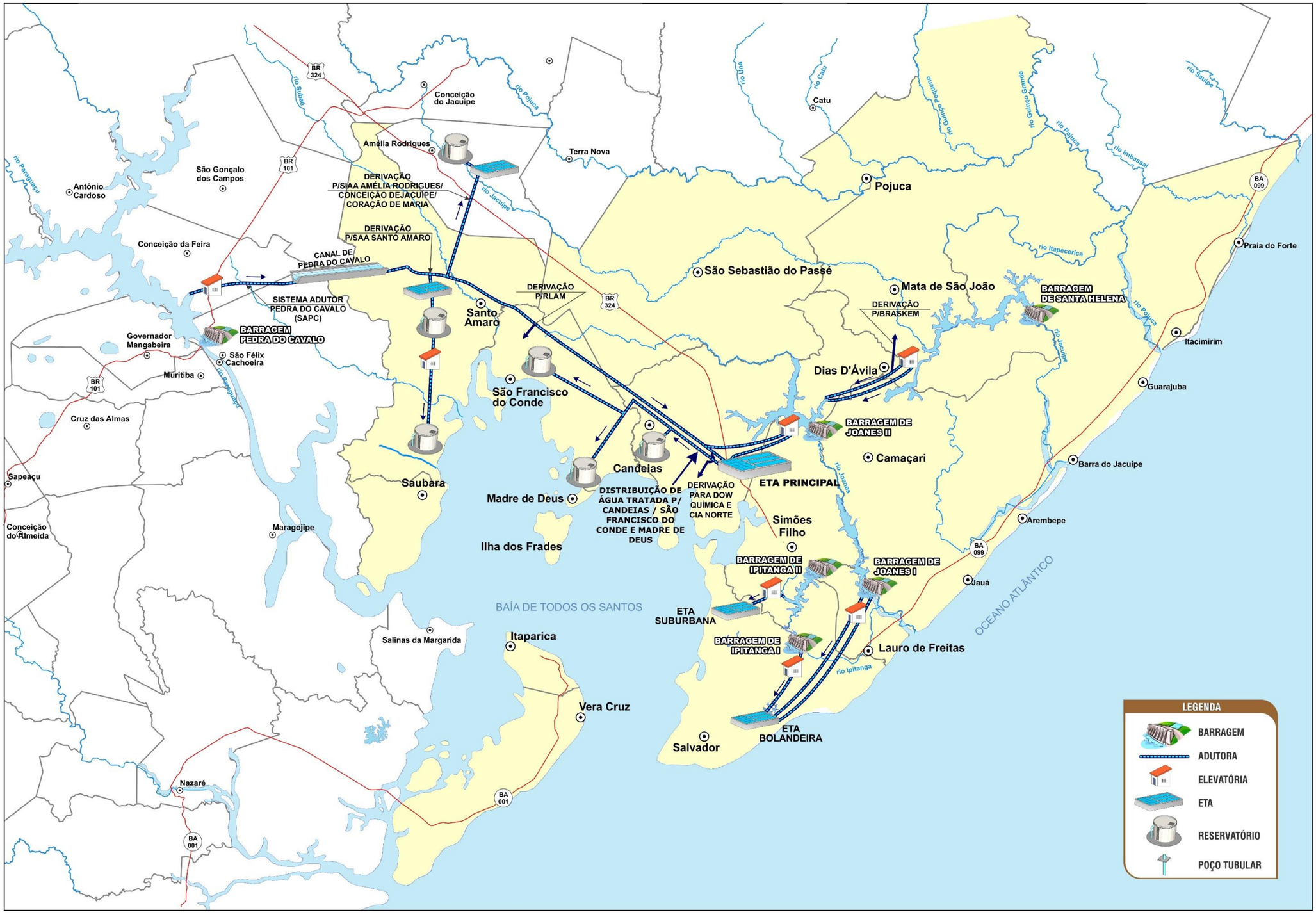


Figura 1 - Principais Mananciais e Sistemas de Abastecimento de Água da RMS

Fonte: SIHS (PARMS, 2016), com atualizações.

1. SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SALVADOR, LAURO DE FREITAS E SIMÕES FILHO

O SIAA de Salvador utiliza como mananciais as represas de Joanes I e II; Ipitanga I e II; Santa Helena; e Pedra do Cavalo.

Esse sistema conta com quatro unidades de produção de água tratada para onde convergem as águas brutas dos mananciais utilizados: Estação de Tratamento de Água (ETA) Principal, ETAs do Parque da Bolandeira (ETA Teodoro Sampaio e ETA Vieira de Mello) e ETA Suburbana.

A ETA Principal é alimentada por adutoras de água bruta proveniente das represas de Pedra do Cavalo e Joanes II, esta última reforçada pela represa de Santa Helena por meio da adutora de água bruta Santa Helena – Joanes II. A água tratada na ETA Principal abastece áreas de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho, além do SIAA Recôncavo, que abrange Candeias, São Francisco do Conde e Madre de Deus.

As ETAs do Parque da Bolandeira recebem água bruta por meio de sistemas adutores que captam água nas represas de Joanes I e Ipitanga I, abastecendo parte de Salvador.

A ETA Suburbana, atualmente desativada, tinha uma pequena contribuição ao SIAA, com adução de água bruta da represa Ipitanga II e distribuição da água tratada para alguns bairros de Salvador e pequena porção territorial de Simões Filho.

A distribuição de água do SIAA de Salvador é dividida em Zonas de Abastecimento (ZA), definidas como áreas que possibilitam realizar o controle do fornecimento de água e o correspondente faturamento, de forma continuada. A maior parte das Zonas de Abastecimento são agrupadas e alimentadas por Reservatórios Setoriais, sendo nesse caso atribuída a denominação de Setor de Abastecimento à parcela da rede sob influência de determinado Parque de Reservação. Os Setores de Abastecimento podem ainda ser divididos em zona baixa (abastecida por reservatório apoiado) e zona alta (abastecida por um reservatório elevado). Cabe destacar que algumas zonas de abastecimento não são atendidas por reservatórios, sendo a distribuição realizada em marcha, diretamente por adutoras ou subadutoras (seja por gravidade ou por meio de uma Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT Setorial).

Este relatório de Diagnóstico do SIAA de Salvador trata da revisão e atualização do diagnóstico elaborado no PARMS 2016, quanto aos aspectos de concepção, operação, estado de conservação e funcionalidade do sistema, visando identificar a evolução ou permanência das condições existentes à época de sua elaboração. Dessa forma, o presente capítulo se divide nos seguintes itens:

- Mananciais do SIAA de Salvador;
- Barragens e Represas;
- Sistemas Adutores de Água Bruta;
- Estações de Tratamento de Água;
- Sistemas Adutores de Água Tratada;
- Sistema de Distribuição.

1.1 MANANCIAIS

Atualmente o SIAA de Salvador é atendido exclusivamente por mananciais superficiais por meio de aproveitamentos nas bacias hidrográficas do Paraguaçu e do Recôncavo Norte (mais especificamente nas sub-bacias dos rios Joanes e Jacuípe).

Conforme mostra a **Figura 1.1**, as bacias dos rios Joanes e Jacuípe se inserem quase inteiramente nos limites territoriais da Área de Abrangência do Plano (municípios da RMS, Santo Amaro, Saubara, Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Teodoro Sampaio e Terra Nova). A bacia do Paraguaçu – maior bacia hidrográfica inteiramente em território estadual – situa-se fora dos domínios da área de estudo, sendo necessário, para fins do seu aproveitamento pelo SIAA de Salvador, conciliar a disponibilidade hídrica da represa com as demandas de múltiplos usos preconizados no âmbito da própria bacia.

Na mesma figura também é ilustrada a bacia do rio Pojuca, que embora não seja aproveitada atualmente pelo SIAA de Salvador, foi cogitada no PARMS 2016 e em Planos anteriores como possível alternativa de aproveitamento futuro para o aumento da disponibilidade hídrica do sistema de abastecimento.

Além dos mananciais superficiais, a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa) vem desenvolvendo estudos com vistas ao aproveitamento de águas subterrâneas regionais considerando a perspectiva positiva de exploração do aquífero São Sebastião, indicada nos estudos do PARMS 2016. Com base nesses estudos, a Embasa, vem perfurando poços na região os quais deverão ser incorporados ao sistema adutor Poços Aquífero São Sebastião – ETA Principal, com projeto concluído.

A seguir apresenta-se uma caracterização geral dos mananciais utilizados e com perspectivas de aproveitamento no SIAA de Salvador.

1.1.1 Mananciais Superficiais

Os principais mananciais de superfície do SIAA de Salvador, em ordem cronológica de aproveitamento conforme a expansão urbana da RMS, são os rios Ipitanga (captação no reservatório da barragem Ipitanga I); Joanes (captações nos reservatórios das barragens Joanes I e Joanes II); Ipitanga (captação no reservatório da barragem Ipitanga II); Paraguaçu (captação no reservatório da barragem Pedra do Cavalo); e Jacuípe (captação no reservatório da barragem Santa Helena). Estes mananciais abastecem Salvador, Lauro de Freitas, Simões Filho, Candeias, Madre de Deus, São Francisco do Conde, Santo Amaro, Saubara, Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Teodoro Sampaio, Terra Nova e diversas indústrias. O rio Pojuca, atualmente explorado apenas pelo SIAA de Barra do Pojuca, foi considerado alternativa para o SIAA de Salvador no PARMS 2016, sob diversas formas de aproveitamento.

1.1.1.1 Bacia do rio Joanes

Na bacia do rio Joanes, os aproveitamentos para abastecimento de água são feitos por meio de barramentos implantados em seu curso principal e no do rio Ipitanga, afluente do Joanes pela margem direita. Devido à importância desses mananciais para o abastecimento da RMS, a sua proteção está regulamentada pelo Decreto Estadual nº 7.596, de 1999, que criou a Área de Proteção Ambiental (APA) Joanes-Ipitanga, abrangendo uma área total de 64.463 ha, distribuída pelos municípios de Camaçari, Simões Filho, Lauro de Freitas, São Francisco do Conde, Candeias, São Sebastião do Passé, Salvador e Dias D'Ávila.

Em 2002, a Resolução CEPRAM nº 2.974 aprovou o Plano de Manejo da APA - Zoneamento Ambiental, cujo objetivo é a preservação das nascentes, das represas dos rios Joanes e Ipitanga, além da sua região estuarina, propiciando ainda a preservação, conservação e recuperação dos ecossistemas existentes na área da APA.

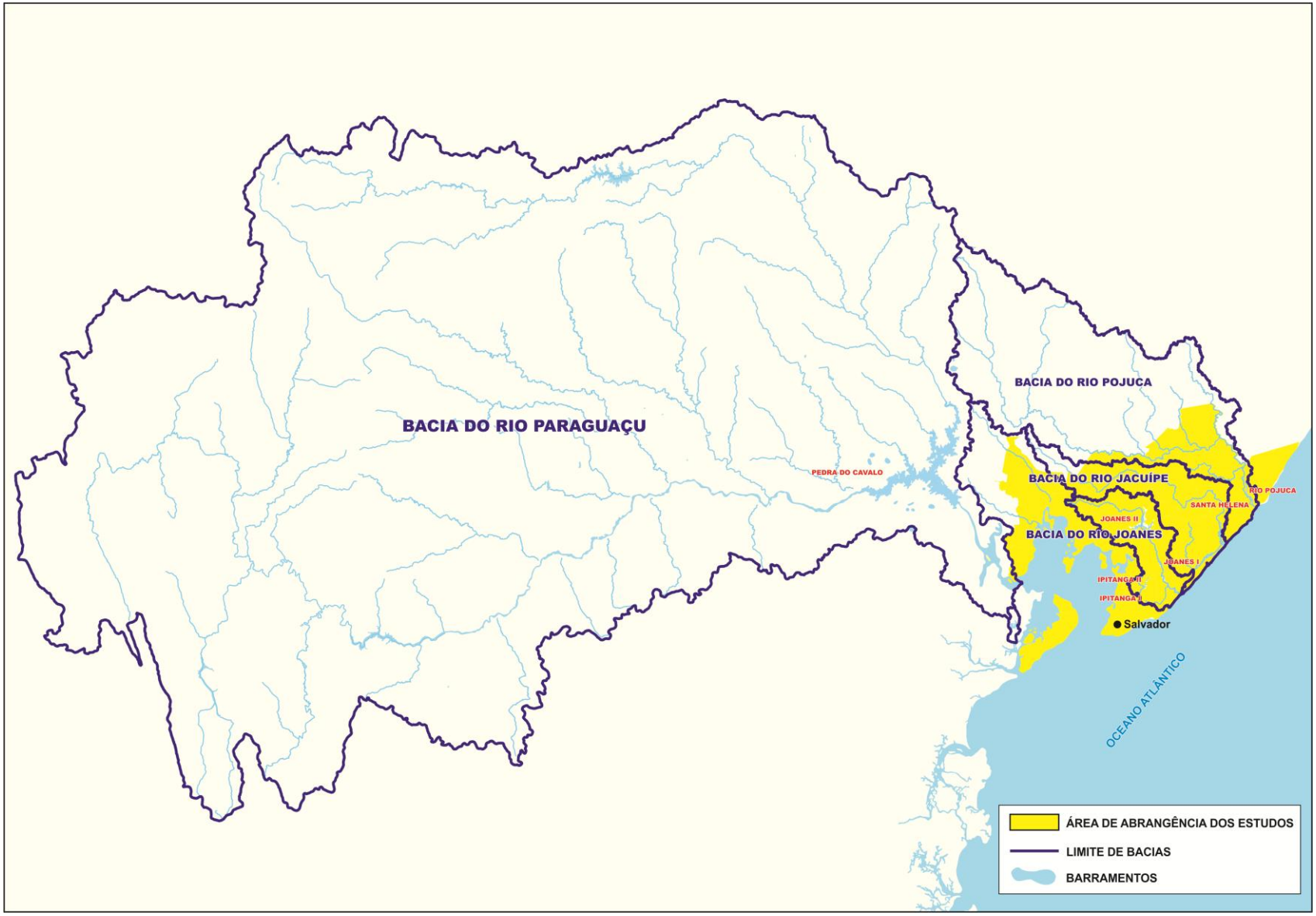


Figura 1.1 - Principais mananciais do SIAA de Salvador e suas bacias hidrográficas
Fonte: GEOHIDRO (2024).

a) Rio Ipitanga

Os aproveitamentos do rio Ipitanga para fins de abastecimento são feitos por meio de captações nas represas Ipitanga I e II. A partir de um recalque independente, a represa de Ipitanga I atende as Estações de Tratamento de Água (ETA) do Parque Bolandeira, reforçando a vazão encaminhada a este parque proveniente da represa Joanes I. Na represa de Ipitanga II existe um recalque de água bruta para a ETA Suburbana.

Nas áreas de drenagem das represas existentes constata-se situação preocupante, pois os corpos hídricos se apresentam muito vulneráveis às atividades antrópicas desenvolvidas na região sem o devido planejamento, apesar da existência de legislação reguladora destinada à proteção desses mananciais. Essa situação sugere que o uso de suas águas para fins de abastecimento público poderá inviabilizar-se futuramente, caso ações efetivas por parte das entidades competentes, visando coibir o avanço do adensamento urbano e controlar as atividades industriais desenvolvidas no local, não sejam executadas. Esse aspecto é corroborado pela má qualidade da água dos reservatórios existentes, que impõe severas dificuldades ao tratamento da água, principalmente na ETA Suburbana que utiliza a tecnologia de filtração direta ascendente, razão pela qual sua desativação foi efetivada.

b) Rio Joanes

Em seu curso principal, encontram-se as barragens e respectivas represas de Joanes I e II, utilizadas para abastecimento público do SIAA de Salvador e do SIAA Recôncavo. A partir da represa Joanes II, reforçada pela transposição de águas da represa de Santa Helena, é feito o recalque de água bruta para a ETA Principal, reforçando o atendimento do Sistema de Pedra do Cavalo. Da represa Joanes I é feita a adução para o Parque Bolandeira, onde estão localizadas as ETA Vieira de Mello e Teodoro Sampaio.

Entre os principais impactos ambientais na bacia destaca-se o lançamento de efluentes domésticos e industriais, cultivos agrícolas sem técnicas adequadas, ocupação desordenada do solo e desmatamento.

Frutos desses impactos, são reconhecidos os processos erosivos em grande parte da bacia, apesar de regulamentada como Unidade de Conservação destinada à proteção de mananciais utilizados para abastecimento humano e industrial da região. Por conta disso, os reservatórios encontram-se em elevado nível de assoreamento, refletindo-se na diminuição das suas disponibilidades, fato comprovado por meio dos estudos hidrológicos realizados pelo PARMS 2016, adiante comentados.

Em relação à qualidade da água, as represas do rio Joanes apresentam como característica relevante a turbidez elevada. Embora compatível com a redução por tratamento convencional, a eutrofização atinge níveis expressivos em períodos de estiagem, requerendo emprego excessivo de produtos químicos nas ETA Principal e ETAs do Parque da Bolandeira, que elevam os custos operacionais do tratamento.

1.1.1.2 Bacia do rio Jacuípe

O aproveitamento do rio Jacuípe para abastecimento de água dá-se por meio da barragem de Santa Helena, localizada no município de Dias d'Ávila, cerca de 20 km de sua foz no Oceano Atlântico, sendo a água represada utilizada para reforço da barragem Joanes II, onde se encontra a captação do sistema adutor de água bruta para a ETA Principal do SIAA de Salvador. A represa de Santa Helena também é utilizada para abastecimento da Braskem, por meio de uma adutora implantada em 2009 que substituiu a adutora alimentada a partir de captação de água na represa Joanes II, atualmente inoperante.

Os principais impactos sobre a qualidade da água do rio Jacuípe decorrem da falta de esgotamento sanitário nas áreas urbanas da bacia e de contribuições de efluentes industriais, particularmente das indústrias do Complexo Petroquímico do Polo Industrial de Camaçari.

1.1.1.3 Bacia do rio Paraguaçu

No baixo curso do Rio Paraguaçu encontra-se a represa de Pedra do Cavalo, onde está localizada a captação para o SIAA de Salvador, bem como diversas outras captações que abastecem municípios localizados no entorno da represa.

As principais fontes pontuais de poluição de Pedra do Cavalo são provenientes de Feira de Santana, destacando-se o lançamento de esgotos sanitários na bacia do rio Jacuípe e as atividades agrícolas e de pastoreio praticadas no seu entorno, apesar das restrições impostas pela APA do Lago de Pedra do Cavalo, constantes do Decreto nº 6.548, de 18 de julho de 1997, que abrange os territórios dos municípios marginais ao reservatório.

Em 2005 o Grupo Votorantim Energia, sob concessão da Agência Nacional de Águas e Energia Elétrica (ANEEL), iniciou a operação da Usina Hidrelétrica de Pedra do Cavalo, que fornece energia para abastecimento de Salvador e Região Metropolitana, da microrregião de Feira de Santana e da denominada região fumageira que abrange os municípios de Cachoeira, Castro Alves, Cruz das Almas, Maragogipe, Muritiba, São Gonçalo dos Campos, São Félix, Sapeaçu, dentre outros do Recôncavo. Desde a entrada em operação da usina, estabeleceram-se conflitos importantes entre os usos para geração de energia, abastecimento de água e conservação da Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape – Unidade de Conservação criada pelo Governo Federal no ano 2000 – localizada à jusante da barragem.

Desde então, os principais usos consuntivos do reservatório de Pedra do Cavalo destinam-se ao abastecimento humano, geração de energia e manutenção das condições ambientais na região estuarina (vazão ecológica) à jusante da barragem. Em menor escala de grandeza, existe ainda a demanda de irrigação de áreas cultivadas mantidas no seu entorno.

1.1.1.4 Bacia do rio Pojuca

Embora seja explorado atualmente para abastecer localidades dos municípios de Camaçari e Mata de São João, atendidas pelo SIAA de Barra do Pojuca, e o SAA do município de Pojuca. Desde 1973, por ocasião da elaboração do Plano Diretor de Abastecimento de Água e Controle da Poluição Hídrica da Grande Salvador (EMBASA, 1973), o rio Pojuca vem sendo considerado como alternativa de manancial do SIAA de Salvador, mediante implantação de uma barragem, prevista inicialmente na localidade de Itapecerica.

Nos estudos do PARMS 2016, diversas alternativas de aproveitamento do rio Pojuca foram consideradas, mas preteridas por outras de menor custo na fase de hierarquização das alternativas. Presentemente, em razão da crise hídrica ocorrida nos mananciais de Salvador, em 2017, a Embasa vem desenvolvendo ações visando a segurança hídrica do abastecimento e o rio Pojuca voltou à cena dos estudos como possível intervenção futura.

Por meio do contrato nº 460015491/2019, a Embasa contratou a elaboração dos estudos para Implantação da Barragem no Rio Pojuca e Sistema Adutor para Atendimento ao Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador - Bahia.

Na **Figura 1.2** é apresentado um resumo dos resultados dos estudos hidrológicos de vazões regularizadas, para o N.A. Máximo variando de 36,0 m a 38,0 m considerando três cenários de liberação de vazão a jusante:

- Cenário C1: liberação de 5% da vazão de referência Q90%, por se tratar de abastecimento humano;
- Cenário C2: liberação de 20% da vazão regularizada com 90% de garantia;
- Cenário C3: liberação de 100% da vazão de referência Q90% (alternativa conservadora);

A vazão de referência do rio Pojuca a fio d'água, medida no posto fluviométrico de Tiririca, é 6,08 m³/s para uma frequência de 90%, e a vazão regularizada para frequência de 100% é de 3,09 m³/s (EMBASA, 2023a).

Vazões	Volume(Hm³) / N.A. Máximo Normal (m)				Vazão Regularizada sem Vazão Liberada a Jusante(m³/s) / N.A. Máximo Normal (m)				Vazões Liberadas a Jusante(m³/s) / N.A. Máximo Normal (m)				Vazões Regularizadas para o SAA Salvador (m³/seg.)/ N.A. Máximo Normal (m)			
	35	36	37	38	35	36	37	38	35	36	37	38	35	36	37	38
Vazão Disponibilizada C1 100%	2,00	4,07	7,27	11,81	1,88	2,21	2,75	3,51	0,30	0,30	0,30	0,30	1,58	1,91	2,45	3,21
Vazão Disponibilizada C2 100%					1,88	2,21	2,75	3,51	1,57	1,59	1,65	2,11	0,31	0,62	1,10	1,40
Vazão Disponibilizada C3 100%*					1,88	2,21	2,75	3,51	6,08	6,08	6,08	6,08				
Vazão Disponibilizada C1 90%					7,86	7,93	8,26	10,53	0,30	0,30	0,30	0,30	7,56	7,63	7,96	10,23
Vazão Disponibilizada C2 90%					7,86	7,93	8,26	10,53	1,57	1,59	1,65	2,11	6,29	6,35	6,61	8,42
Vazão Disponibilizada C3 90%					7,86	7,93	8,26	10,53	6,08	6,08	6,08	6,08	1,78	1,85	2,18	4,45

Figura 1.2 - Resultados dos Estudos de Regularização do rio Pojuca
Fonte: Embasa (2023a).

A partir dos resultados, o estudo concluiu ser possível duas alternativas de barramento:

- Frequência de 100% de garantia da vazão do rio Pojuca**:** um barramento de nível com N.A. Máximo Normal na cota 38,0 m com regularização total de 3,51 m³/s, com a vazão ecológica no Cenário C1 de 0,3 m³/s e vazão regularizada efetiva do barramento de 3,21 m³/s.
- Frequência de 90% de garantia da vazão do rio Pojuca: um barramento com N.A. Máximo Normal na cota 37,0 m com regularização total de 8,26 m³/s, com a vazão ecológica no Cenário C2 de 1,65 m³/s. A vazão regularizada seria de 6,61 m³/s.

Considerou-se como melhor alternativa técnica e econômica a implantação de uma barragem de nível no Eixo 02, constituída de CCR (Concreto Compactado com Rolo), implantada em rochas gnáissicas do Embasamento Cristalino na fundação e nas ombreiras, com soleira do *Creager* na cota 37,0 m, galgável, para atender a demanda requerida da Embasa para o SIAA de Barra de Pojuca de 1,0 m³/s e de Salvador de 2,01 m³/s.

O anteprojeto elaborado já leva em conta a concepção do alteamento futuro da barragem em 3,0 m passando a soleira do *Creager* do extravasor da cota 37,0 m para a cota 40,0 m, e a crista dos muros laterais para a cota 43,0 m. m. Esses serviços poderão ser executados paralelamente a operação da barragem sem causar muitos transtornos.

A água captada na bacia de acumulação do rio Pojuca deverá ser recalcada para a Barragem de Santa Helena. A Estação Elevatória de Água Bruta será composta por um conjunto de 5 bombas com potência de 750 cv, com funcionamento diário de 21 h, e vazão de bombeamento de 2,30 m³/s. A Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB) recalcará a água diretamente para uma caixa de transição, situada na Est. E165, no ponto mais elevado da adutora. A partir desse ponto, a adutora segue por gravidade até o ponto de lançamento final numa caixa de dissipação, e por fim num tributário do rio Jacuípe (EMBASA, 2023a).

1.1.2 Mananciais Subterrâneos

1.1.2.1 Aquífero São Sebastião

O sistema aquífero São Sebastião ocorre extensivamente em boa parte da Bacia Sedimentar do Recôncavo, sendo o principal manancial subterrâneo desta bacia, principalmente devido a sua extensa área de recarga. Abrange áreas ao norte de Salvador, apresentando-se com boa disponibilidade na região litorânea e por isso amplamente utilizado em sistemas de abastecimento dos municípios de Camaçari, Dias d'Ávila, Mata de São João e São Sebastião do Passé.

Nos estudos do PARMS 2016, o aquífero São Sebastião foi considerado como alternativa para o aumento da disponibilidade hídrica do SIAA de Salvador. Por ter se mostrado uma alternativa atrativa nos aspectos técnico e econômico, adquiriu prioridade na hierarquia das alternativas analisadas, mobilizando a Embasa a desenvolver ações, que se encontram em curso, para o seu aproveitamento.

A Embasa elaborou, em 2023, o Estudo Hidrogeológico da Borda Leste da Bacia do Recôncavo, com o objetivo de diagnosticar as condições hidrogeológicas do Sistema Aquífero Marizal São Sebastião, situado na borda leste da bacia. Nesse estudo foi realizada a identificação das zonas mais favoráveis para a captação de água subterrânea, avaliando-se a capacidade produtiva dos aquíferos e a explotação sustentável dos recursos hídricos subterrâneos. O aquífero foi dividido em quatro zonas de favorabilidade hídrica (**Figura 1.3**).

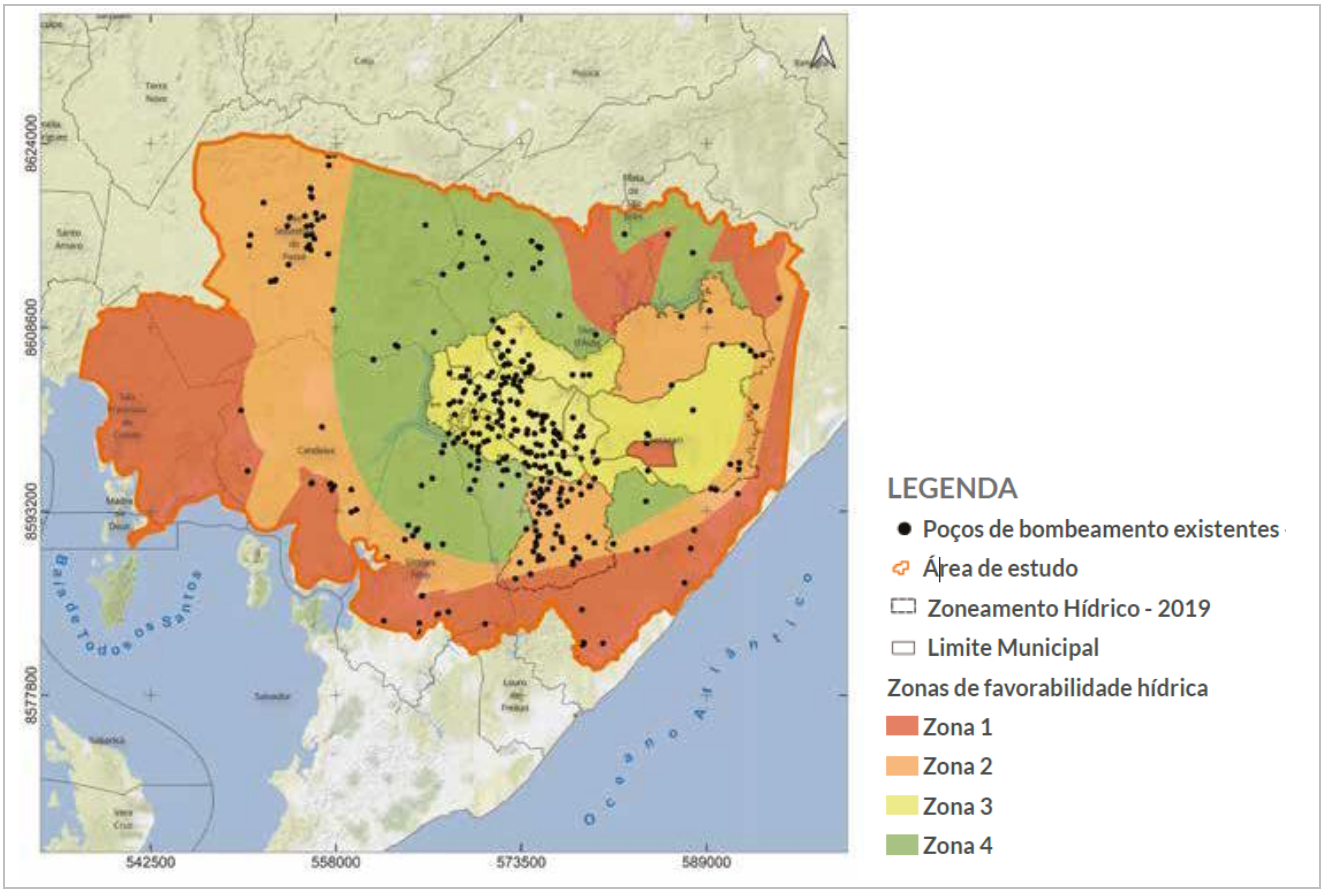


Figura 1.3 - Mapa de zonas de favorabilidade hídrica do aquífero São Sebastião
Fonte: Embasa (2023b).

A descrição das zonas é apresentada a seguir:

- **Zona 1**: áreas não favoráveis à implantação de novos poços para captação de água subterrânea. Trata-se de setores da área de estudo que podem se encaixar em duas situações principais: aquíferos de baixa produtividade (ou aquitardes); ou zonas hídricas dentro do Polo Industrial de Camaçari (porção central) que apresentam restrições a novas captações, seja por risco de superexplotação ou por risco de contaminação das águas subterrâneas.
- **Zona 2**: áreas pouco favoráveis a novas captações de água subterrânea, o que se deve principalmente a critérios hidrogeológicos. Trata-se de setores do Sistema Aquífero Marizal São Sebastião que podem se encaixar em três situações: setores pouco produtivos, pela maior quantidade de sedimentos finos no aquífero; setores que apresentam risco de rebaixamento expressivo; e zonas hídricas dentro do Polo Industrial de Camaçari que apresentam algum nível de restrição, podendo ser uma zona de controle e redução de explotação de águas subterrâneas por risco de superexplotação ou uma zona reservada para abastecimento futuro a partir de aquífero subterrâneo e de explotação estratégica de água superficial a partir da Represa Santa Helena.

- **Zona 3**: representam as demais zonas hídricas estabelecidas na região do polo industrial. Trata-se de áreas com bom potencial para a produção de água subterrânea. Embora em princípio não haja restrições nestas áreas, estas podem vir a ser explotadas para consumo industrial, o que poderia representar algum nível de competição pelas águas subterrâneas nestes setores.
- **Zona 4**: estas constituem as áreas consideradas mais favoráveis à implantação de novas captações de água subterrânea, tanto do ponto de vista da capacidade produtiva do aquífero quanto da ausência de restrições de uso ou risco de superexplotação (EMBASA, 2023b).

Convém ressaltar que as áreas de aproveitamento indicadas no PARMS 2016 para o SIAA de Salvador, situadas na **Zona 4**, corroboram as conclusões do Estudo Hidrogeológico da Borda Leste da Bacia do Recôncavo.

1.2 BARRAGENS E RESERVATÓRIOS

1.2.1 Barragens e reservatórios do rio Ipitanga

Os reservatórios formados pelas barragens Ipitanga I (**Figura 1.4**) e Ipitanga II (**Figura 1.5**), implantadas em série no curso principal do rio Ipitanga, respectivamente de jusante para montante, abrangem em conjunto áreas dos municípios de Salvador e Simões Filho.



Figura 1.4 – Reservatório e Barragem Ipitanga I
Fonte: PSA do SIAA de Salvador. Embasa (2023c).



Figura 1.5 - Reservatório e Barragem Ipitanga II
Fonte: PSA do SIAA de Salvador. Embasa (2023c).

Em suas bacias de drenagem encontram-se ocupações industriais, como o Centro Industrial de Aratu, e ocupações residenciais que se expandem no entorno dos reservatórios, de forma progressiva, desordenada e sem infraestrutura adequada, a exemplo da Fazenda Cassange, configurando-se uma situação de elevada vulnerabilidade desses mananciais aos efeitos da poluição doméstica e industrial.

Destaca-se ainda que existe um barramento denominado Ipitanga III, localizado a montante das represas Ipitanga I e II. Sua formação foi consequência da construção da rodovia CIA-Aeroporto, sendo o barramento um trecho resultante do aterro dessa via. Em termos de aproveitamento hídrico, a represa de Ipitanga III tem pouco significado hidrológico, entretanto, essa represa cumpre um papel importante no controle da poluição das duas represas a jusante.

A barragem Ipitanga I foi construída em 1935, em alvenaria de pedra, possuindo capacidade de acumulação de 6,1 milhões de m^3. A barragem Ipitanga II foi construída em 1971, em concreto, com capacidade de acumulação de 4,6 milhões de m^3. As disponibilidades hídricas dos seus reservatórios, avaliadas no PARMS 2016 pela vazão regularizada com 100% de garantia, descontada a vazão mínima de restituição prevista em lei, indicam valores de 130 L/s e 270 L/s, respectivamente para Ipitanga I e Ipitanga II.

De acordo com a Embasa (2024), as vazões de restituição atualmente praticadas são de 10 L/s para Ipitanga I 10,8 L/s para Ipitanga II, vazões estas inferiores aos valores mínimos calculados pela Instrução Normativa da Superintendência de Recursos Hídricos (SRH) nº 01/2007 apresentados no **Quadro 1.1**. No formato de operação atual da Embasa, esses reservatórios são aproveitados praticamente no limite de suas disponibilidades, de modo que a vazão de restituição ao rio a jusante da barragem Ipitanga I é insuficiente para amenizar os efeitos de lançamentos de esgotos em seu leito, principalmente em território de Lauro de Freitas, contribuindo para agravar a degradação ambiental na confluência com o rio Joanes e sua região estuarina.

As principais características dessas barragens estão indicadas no **Quadro 1.1**.

Quadro 1.1 - Principais características das barragens Ipitanga I e Ipitanga II

Características principais	Barragem Ipitanga I	Barragem Ipitanga II
Ano de construção	1935	1971
Localização	Salvador	Salvador
Rio	Ipitanga	Ipitanga
Bacia	Joanes	Joanes
Altura (m)	15	21
Comprimento (m)	190	96
Cota do N.A. máximo (m)	29,30	60,50
Cota do N.A. mínimo (m)	23,00	48,43
Cota da Crista (m)	30,65	64,13
Volume de acumulação (m^3)	6.144.670	4.600.000
Tipo	Alvenaria de Pedra	Concreto
Vazão regularizada com 100% garantia – L/s (PARMS, 2016)	130	270
Vazão de restituição I.N. SRH nº 01/2007 – L/s (PARMS, 2016)	40	90

Fonte: SNIRH (2023); SIHS-PESH (2022) (dados operacionais); SIHS (2016) (vazões regularizadas); Embasa (2014a).

As figuras a seguir (**Figura 1.6** e **Figura 1.7**) ilustram os comportamentos dos reservatórios das barragens Ipitanga I e Ipitanga II, conforme avaliação elaborada no PEHS – Plano Estadual de Segurança Hídrica (SIHS, 2022), expressos pela variação do volume acumulado no tempo em valores absolutos.

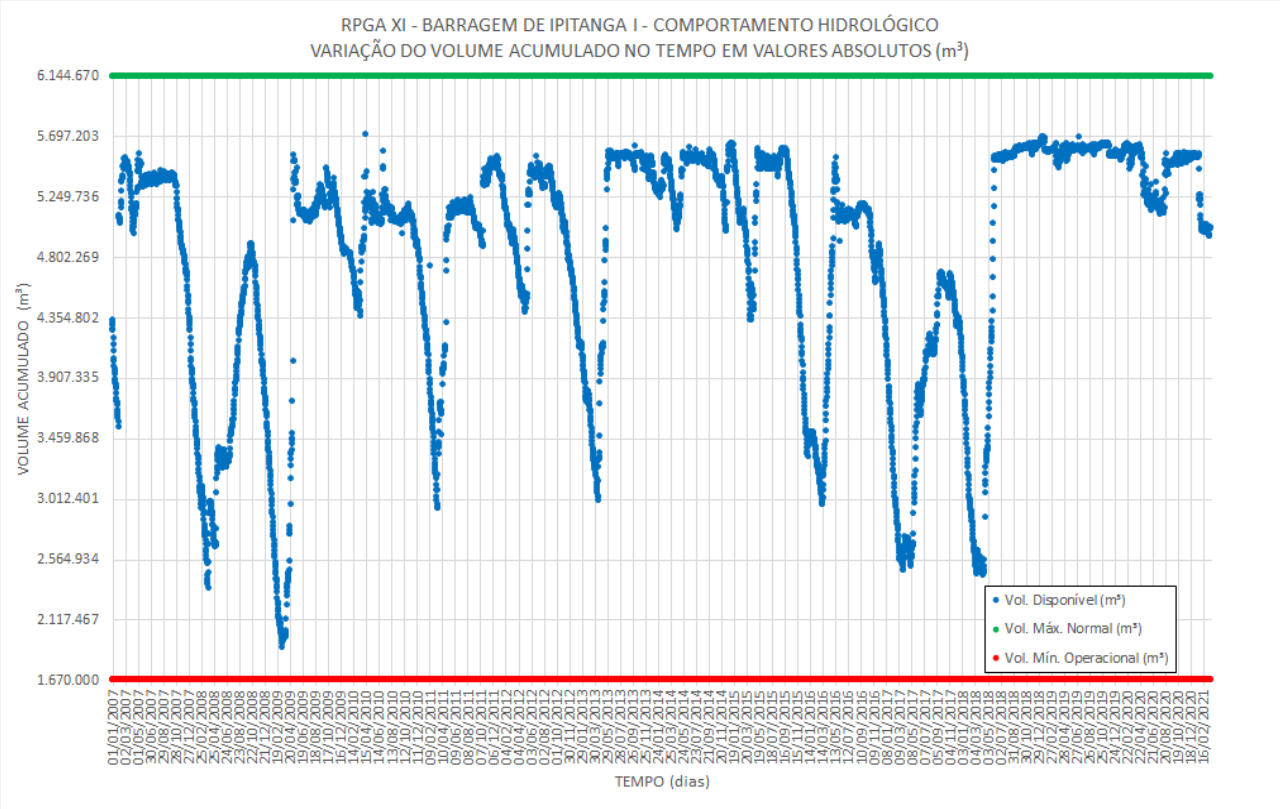


Figura 1.6 - Variação do volume acumulado no reservatório de Ipitanga I no período janeiro/2007 - fevereiro/2021
Fonte: Embasa, apud PESH (SIHS, 2022).

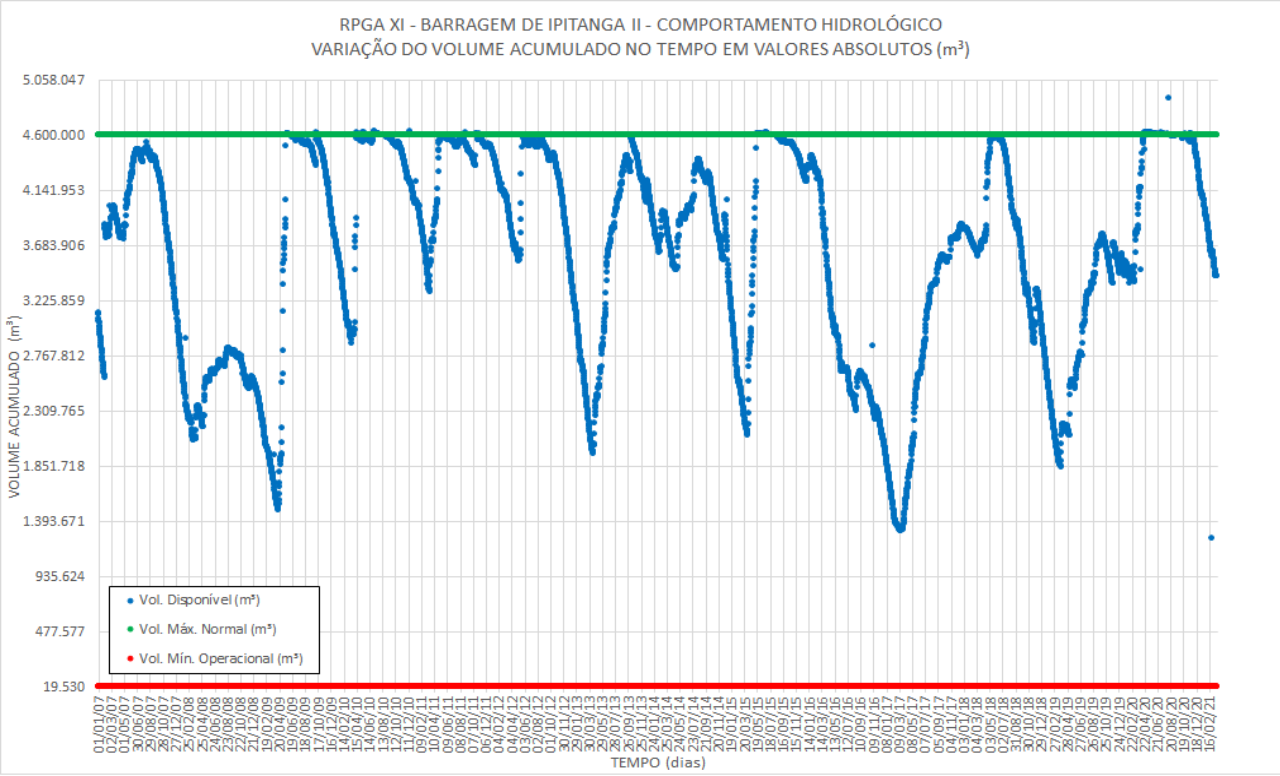


Figura 1.7 - Variação do volume acumulado no reservatório de Ipitanga II no período janeiro/2007 - fevereiro/2021
Fonte: Embasa, apud PESH (SIHS, 2022).

1.2.2 Barragens e reservatórios do rio Joanes

O aproveitamento do rio Joanes é feito por meio de dois reservatórios, denominados Joanes I (**Figura 1.8**) e Joanes II (**Figura 1.9**). A barragem Joanes I localiza-se a 8 km da foz no Oceano Atlântico, nas proximidades do povoado de Jambeiro, município de Lauro de Freitas. A barragem Joanes II está localizada a montante de Joanes I, próxima à BA-052, no acesso para Camaçari.



Figura 1.8 - Reservatório e Barragem Joanes I
Fonte: PMSBI de Salvador (2023).



Figura 1.9 - Reservatório e Barragem Joanes II
Fonte: GEOHIDRO (2024).

A barragem Joanes I foi construída em 1955, possui maciço em concreto e capacidade de acumulação de até 19 milhões de m^3 de água. Os estudos hidrológicos do PARMS 2016 indicaram uma capacidade de regularização de 600 L/s para o reservatório de Joanes I, com 100% de garantia, descontada a vazão mínima de restituição prevista em lei. A vazão máxima de captação de água na represa de Joanes I para aproveitamento no sistema de Salvador é 3,2 m^3/s, valor correspondente à capacidade do sistema adutor Joanes I - ETAs do Parque da Bolandeira. Para possibilitar essa retirada, o reservatório de Joanes I recebe a contribuição da represa de Joanes II, localizada a montante, que por sua vez é reforçada pela transposição de águas do reservatório de Santa Helena.

A barragem Joanes II foi construída em 1971, possuindo maciço em terra homogênea e vertedouro em concreto, com capacidade de acumulação de até 137,5 milhões de m^3. Além de reforçar Joanes I, a represa Joanes II abastece a ETA Principal via captação existente em seu reservatório, complementando a vazão de água bruta encaminhada à referida ETA pelo sistema adutor Pedra do Cavalo. Para o reservatório de Joanes II, os estudos hidrológicos do PARMS 2016 indicaram uma capacidade de regularização de 1.820 L/s, com 100% de garantia, descontada a vazão mínima de restituição prevista em lei. Conforme já mencionado, este reservatório recebe águas transpostas da represa de Santa Helena, adiante descrita, que funciona como reforço dos mananciais do sistema Joanes.

De acordo com a Embasa (2024), as vazões de restituição atualmente praticadas são de 98 L/s e 255 L/s para Joanes I e II, vazões estas inferiores aos valores mínimos calculados pela Instrução Normativa SRH nº 01/2007 apresentados no **Quadro 1.2**.

As principais características das barragens Joanes I e Joanes II estão indicadas no **Quadro 1.2**.

Quadro 1.2 - Principais características das barragens Joanes I e Joanes II

Características principais	Barragem Joanes I	Barragem Joanes II
Ano de construção	1955	1971
Localização	Lauro de Freitas	Camaçari
Rio	Joanes	Joanes
Bacia	Recôncavo Norte	Recôncavo Norte
Altura (m)	19	12
Comprimento (m)	132	790
Cota do N.A. máximo (m)	16,00	30,50
Cota do N.A. mínimo (m)	14,50 (1)	24,90
Cota da Crista (m)	18,10	32
Volume de acumulação (m³)	19.000.000	137.500.000
Tipo	Concreto	Terra homogênea/ Vertedouro em concreto
Vazão regularizada com 100% garantia – L/s (PARMS, 2016)	600	1.820
Vazão de restituição I.N. SRH nº 01/2007 – L/s (PARMS, 2016)	210	630

Nota: (1) N.A. mínimo operacional da adutora de aço do sistema adutor Joanes I - ETAs do Parque da Bolandeira.
Fonte: SNIRH (2023); SIHS-PESH (2022) (dados operacionais); SIHS (2016) (vazões regularizadas); Embasa (2014a).

As figuras a seguir (**Figura 1.10** e **Figura 1.11**) ilustram os comportamentos dos reservatórios das barragens Joanes I e Joanes II, conforme avaliação elaborada no PEHS – Plano Estadual de Segurança Hídrica (SIHS, 2022), expressos pela variação do volume acumulado no tempo em valores absolutos.

O nível de água na barragem Joanes II é controlado pela Embasa objetivando mantê-lo adequado às demandas de abastecimento do reservatório: i) captação para a ETA Principal; e ii) vazão de descarga compatível à demanda requerida a jusante, na captação para as ETAs do Parque da Bolandeira, localizada na barragem Joanes I. Essas demandas determinam as vazões de aporte a serem transpostas de Santa Helena.

É possível observar na **Figura 1.11** que o volume acumulado na represa Joanes II, no período considerado, se mantém continuamente abaixo do volume máximo normal, correspondente à cota 30,50 m. Destacam-se na referida figura os baixos volumes registrados nos anos 2016 e 2017, durante a última crise hídrica, que também afetou a represa de Santa Helena. Na ocasião, foram necessárias medidas emergenciais da Embasa, a exemplo da instalação de captações flutuantes para evitar a interrupção do abastecimento.

Em situações de fortes chuvas que possam elevar o nível de água próximo da cota 30,50 m, a Embasa utiliza o procedimento de abertura das comportas de Joanes II, direcionando a vazão excedente para o reservatório de Joanes I. Situações desse tipo justificam a ocorrência de volumes acima do máximo normal no reservatório de Joanes I, conforme retrata a **Figura 1.10**. Devido à ausência de dispositivos de controle de cheias em Joanes I e II, ocasionalmente o volume e intensidade das chuvas reflete-se em alagamentos de áreas no município de Lauro de Freitas, requerendo ações preventivas da Prefeitura Municipal, principalmente nas comunidades da Rua da Cachoeirinha e nos bairros Caixa D'Água e Portão, mais vulneráveis a alagamentos repentinos decorrentes de grandes volumes de água.

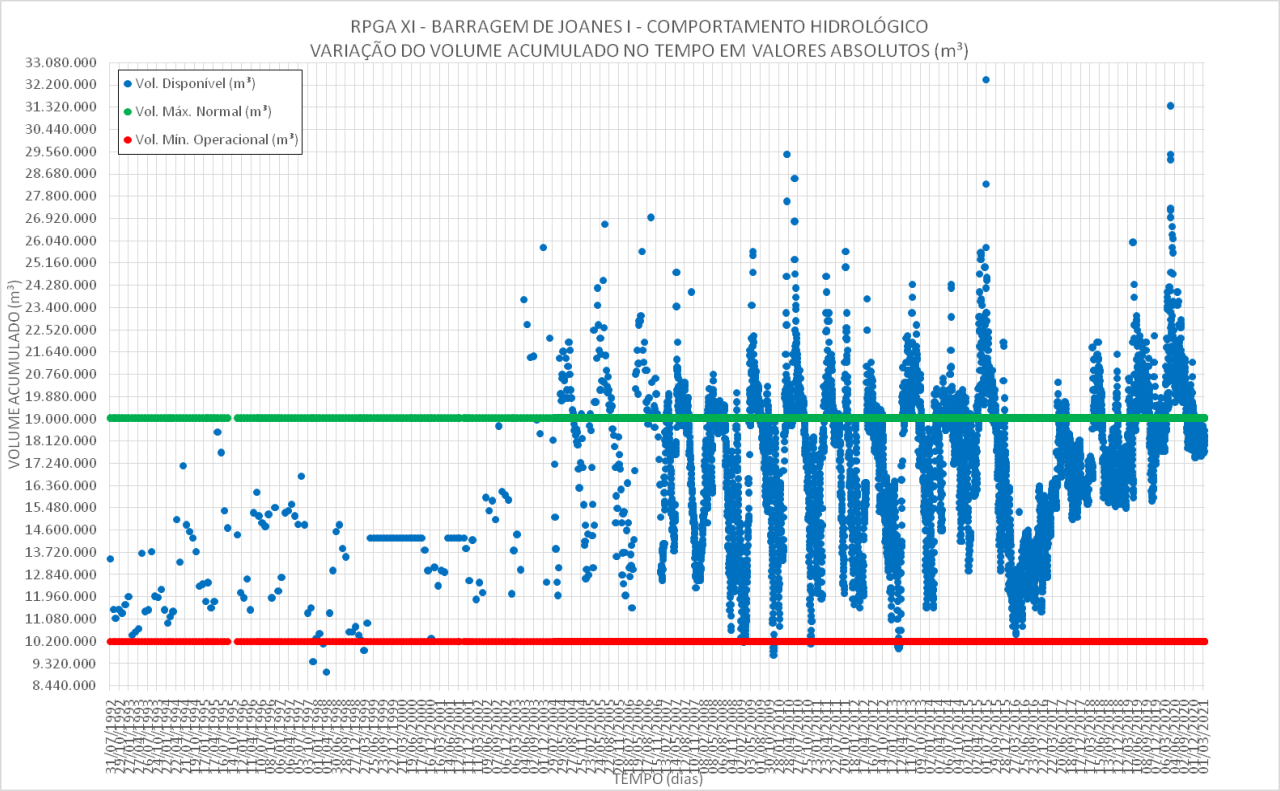


Figura 1.10 - Variação do volume acumulado no reservatório de Joanes I no período julho/1992 - março/2021
Fonte: Embasa, apud PESH (SIHS, 2022).

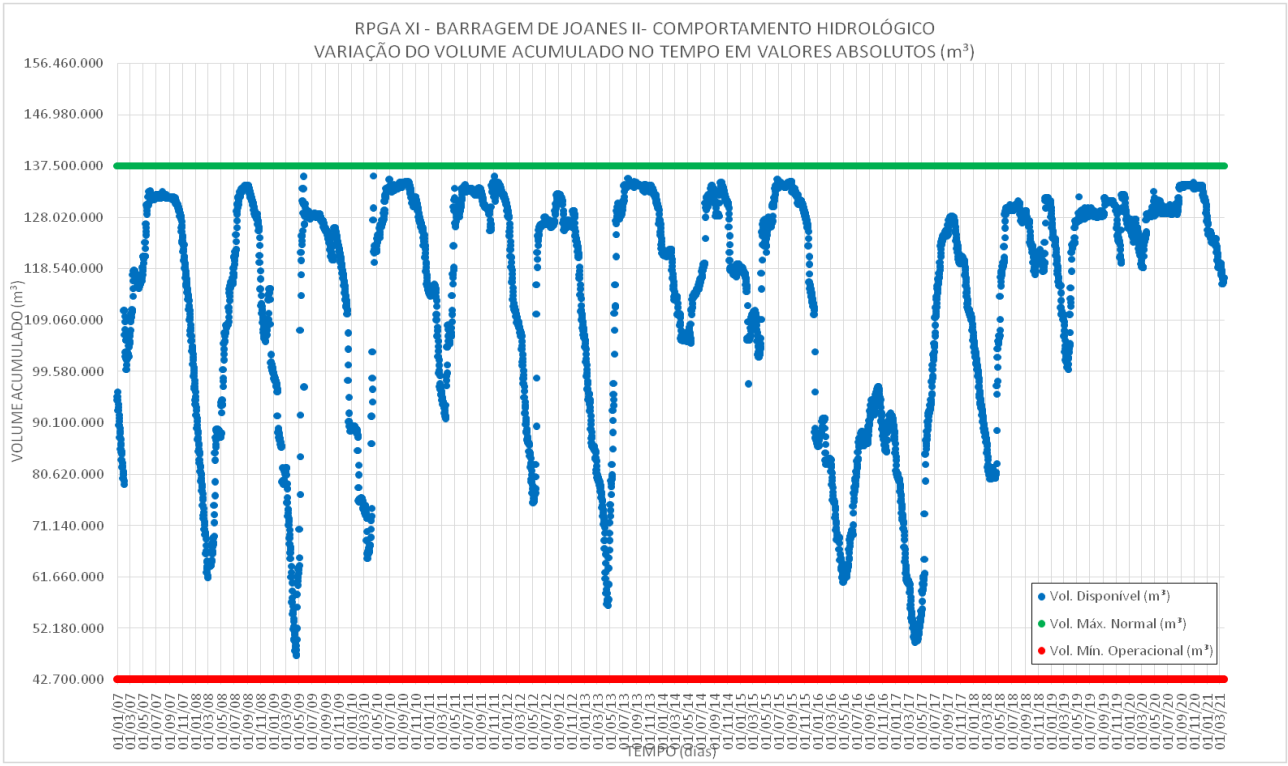


Figura 1.11 - Variação do volume acumulado no reservatório de Joanes II no período janeiro/2007 - março/2021
Fonte: Embasa, apud PESH (SIHS, 2022).

1.2.3 Barragem e reservatório de Santa Helena

A barragem de Santa Helena está localizada no rio Jacuípe entre os municípios de Dias d'Ávila e Camaçari, a cerca de 20 km de sua foz no Oceano Atlântico. Reinaugurada no ano 2000, após rompimento do vertedouro

da barragem original, foi reconstruída com aterros de concreto rolado, possuindo volume acumulável de até 241 milhões de m^3 no nível de água máximo normal, cota 20,00 m. O aproveitamento da represa é realizado via transposição de bacias, por intermédio de captação situada na foz do rio Jacumirim, afluente do rio Jacuípe pela sua margem direita, denominada Elevatória do Jacumirim, de onde parte o sistema adutor destinado ao reservatório de Joanes II.

Embora o projeto da barragem contemple a captação na cota 10,00 m, o aproveitamento de Santa Helena (**Figura 1.12**) está limitado à capacidade de regularização proporcionada pela captação existente na Elevatória do Jacumirim, instalada na cota 17,00 m. A disponibilidade entre essa cota e o N.A. máximo operacional do reservatório (cota 20,00 m), com 100% de garantia e descontada a vazão mínima de restituição requerida (1,99 m^3/s), foi avaliada pelo PARMS 2016 em 2,05 m^3/s. Para a exploração entre as cotas 10,00 m e 20,00 m, prevista em projeto, a disponibilidade avaliada pelo PARMS, descontada a vazão mínima de restituição, aumentaria para 4,60 m^3/s. Essa condição depende da implantação de uma nova elevatória em local apropriado para captação na cota 10,00 m e da ampliação do sistema adutor de reversão de água bruta para Joanes II, ambas as intervenções com soluções já desenvolvidas em projeto, consideradas prioritárias no Plano de Ação do PARMS 2016, entre as alternativas de aumento da disponibilidade hídrica previstas para o SIAA de Salvador.



Figura 1.12 - Ponto de captação da água bruta no lago da barragem de Santa Helena
Fonte: GEOHIDRO (2024).

De acordo com a Embasa (2024), a vazão de restituição atual na Barragem de Santa Helena é de 500 L/s, inferior ao valor mínimo calculado pela Instrução Normativa SRH nº 01/2007, que corresponde a 1.990 L/s.

As principais características da barragem de Santa Helena estão indicadas no **Quadro 1.3**.

Quadro 1.3 - Principais características da barragem de Santa Helena

Características Principais	Barragem de Santa Helena
Ano de construção	2000
Localização	Dias d'Ávila
Rio	Jacuípe
Bacia	Recôncavo Norte
Altura (m)	25,5
Comprimento (m)	302

Características Principais	Barragem de Santa Helena
Cota do N.A. máximo (m)	20,0
Cota do N.A. mínimo – captação atual (m)	17,00
Cota do N.A. mínimo – captação de projeto (m)	10,00
Cota da Crista (m)	23,00
Volume de acumulação (m³)	241.000.000
Tipo	Terra-Vertedouro em concreto rolado
Vazão regularizada na cota 17,00 m, com 100% garantia – L/s (PARMS, 2016)	2.050
Vazão regularizada na cota 10,00 m, com 100% garantia – L/s (PARMS, 2016)	4.600
Vazão de restituição I.N. SRH nº 01/2007 – L/s (PARMS, 2016)	1.990

Fonte: SNIRH (2023) (dados operacionais); SIHS (2016) (vazões regularizadas); Embasa (2014a).

A **Figura 1.13** ilustra o comportamento do reservatório da barragem de Santa Helena, conforme avaliação elaborada no PEHS – Plano Estadual de Segurança Hídrica (SIHS, 2022), expresso pela variação do volume acumulado no tempo em valores absolutos.

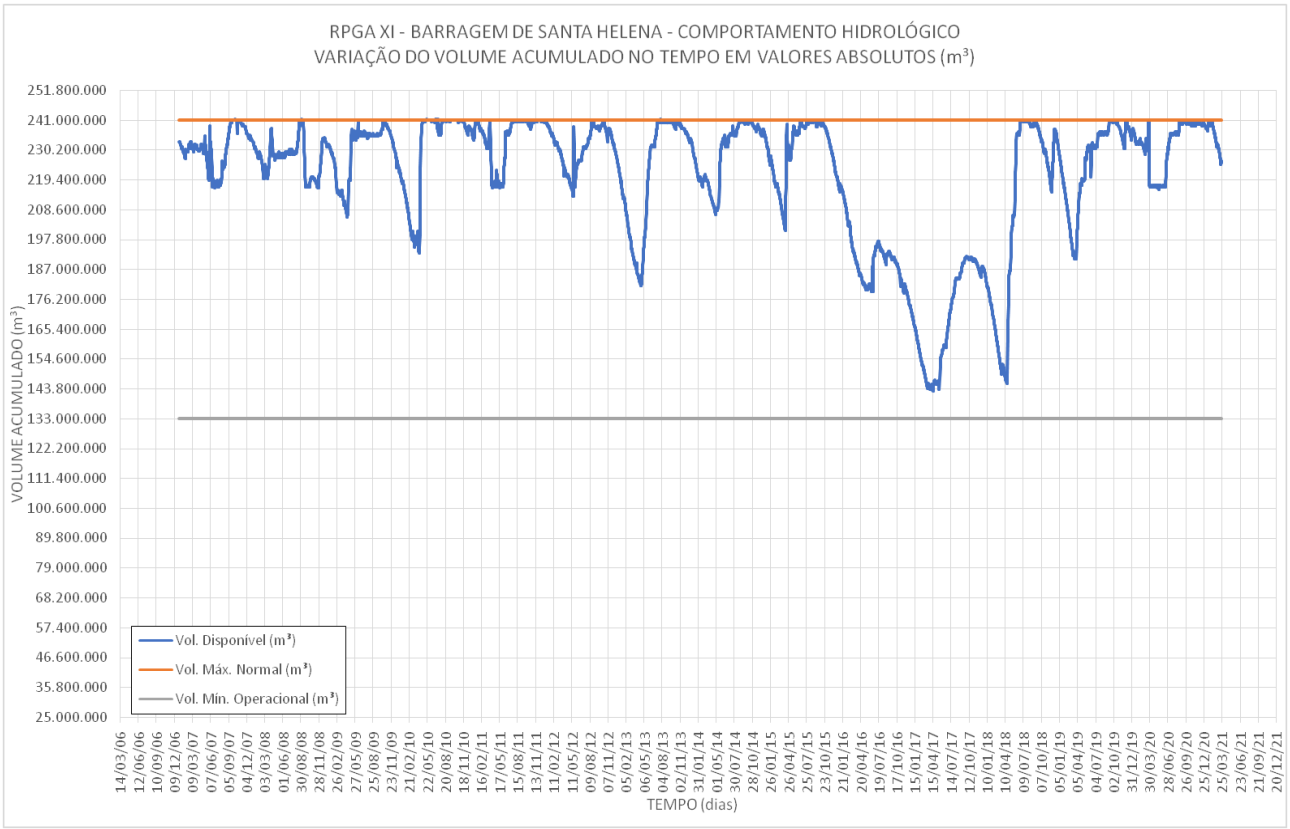


Figura 1.13 - Variação do volume acumulado no reservatório de Santa Helena no período março/2006 - dezembro/2021
Fonte: Embasa, apud PESH (SIHS, 2022).

1.2.4 Barragem e reservatório de Pedra do Cavalo

A barragem Pedra do Cavalo (**Figura 1.14**), inaugurada em 1983, localiza-se no rio Paraguaçu, a cerca de 40 km de sua foz na Baía de Todos-os-Santos, entre os municípios de Cachoeira e Governador Mangabeira.

A barragem é constituída de enrocamento com núcleo de argila, com dois diques auxiliares, e possui volume de acumulação de 4.631 milhões de m³, na cota 120,00 m, correspondente ao nível de água máximo normal.



Figura 1.14 - Barragem e Reservatório de Pedra do Cavalo
Fonte: VOTORANTIM (2022).

A demanda de abastecimento humano corresponde aos sistemas operados pela Embasa. Para a RMS, são destinados atualmente 7,0 m³/s por meio da adutora de Pedra do Cavalo, implantada em 1ª. etapa. Outras duas etapas, com esta mesma capacidade, foram previstas no projeto. Entretanto, com base nos estudos hidrológicos e em estimativas das demandas de múltiplos usos do reservatório, realizados no PARMS 2016, resumidos na **Tabela 1.1**, constatou-se que as ampliações previstas no projeto original já não podem ser implantadas sem afetar os demais usos do reservatório.

Tabela 1.1 - Demandas de água da represa de Pedra do Cavalo, em m³/s

Ano	Abastecimento humano		Irrigação	Geração energia	Restituição mínima	Total
	RMS	Outros				
2015	7,0	2,7	1,00	33,5	10,0	44,2
2040	11,56	3,3	1,00	33,5	10,0	49,4

Nota: a vazão de restituição não entra na totalização da demanda por estar incluída na geração de energia.
Fonte: PARMS, SIHS (2016).

Conforme avaliação do PARMS, a capacidade de regularização do reservatório com 100% de garantia, foi avaliada em 47,15 m³/s, considerando o volume útil entre as cotas 106,00 e 120,00 m, previsto no projeto. Operando nessa condição, a disponibilidade do reservatório em 2015 para atendimento a novas demandas seria de apenas 2,95 m³/s (conforme quadro anterior: Q_{reg} - demanda 2015 = 47,15 - 44,20 = 2,95).

Entretanto, atualmente o N.A. Mínimo operacional da Usina Hidrelétrica (UHE) foi fixado pela Embasa na cota 110,00 m visando resguardar os sistemas de abastecimento, reduzindo-se desta forma ainda mais o volume útil do reservatório em relação ao previsto no projeto da barragem. Para o volume útil acumulado entre as cotas 110,00 e 120,00 m, a vazão regularizada foi estimada no PARMS 2016 em 37,72 m³/s, disponibilidade esta insuficiente para atender até mesmo a demanda prevista em 2015 (44,20 m³/s), justificando a demanda reprimida existente para a geração de energia que impõe frequentes paradas da Usina Hidrelétrica Pedra do Cavalo para evitar a redução do nível do reservatório abaixo da cota 10,00 m.

O critério operacional atual impõe grande volume morto na represa, sugerindo que o aproveitamento do reservatório de Pedra do Cavalo deve ser reavaliado visando maior utilização de suas reservas. Na ocasião dos estudos do PARMS 2016, avaliou-se os volumes útil e morto da represa, com base na curva Cota x Volume do estudo original da barragem, para três cenários de níveis operacionais mínimos da barragem em relação ao nível máximo normal na cota 120,00 m. Os níveis mínimos considerados foram os seguintes: de projeto (cota

106,00 m), cota de alimentação das turbinas – CAT (96,50 m) e Nível de Segurança 1 (cota 110,00 m) que vigora atualmente para maior garantia do abastecimento de água, resultando as informações sintetizadas na **Tabela 1.2** seguir.

Tabela 1.2 - Volumes disponíveis para regularização e vazões em Pedra do Cavalo

Níveis operacionais (m)		Volumes (m³)			% do volume total	
Máximo normal	Mínimos	Total	Útil	Morto	Útil	Morto
120	110,00 (NS1)	4.630.960.000	1.413.620.000	3.217.340.000	30,5	69,5
120	106,00 (Min.)	4.630.960.000	1.865.310.000	2.765.650.000	40,3	59,7
120	96,50 (CAT)	4.630.960.000	2.753.502.587	1.877.457.413	59,5	40,5

Fonte: PARMS, SIHS (2016).

O nível de segurança NS1, correspondente à cota 110,00 m, foi definido pela Embasa, como meta a ser considerada pelo operador da barragem de preservar o N.A. no reservatório sempre acima deste valor. O volume morto associado a esta cota é cerca de 70% do volume total do reservatório. Se a operação se der com o mínimo operacional na cota 106,00 m, conforme o projeto, o volume morto corresponde a cerca de 60% do volume total. Se considerada a cota 96,50 m, das estruturas de alimentação das turbinas (CAT), o volume morto cai para cerca de 40% do volume total, ainda assim restando mais de 1,8 bilhão de m^3 ociosos.

Esses indicadores sugerem que o aproveitamento do reservatório de Pedra do Cavalo deve ser reavaliado visando maior utilização de suas reservas. Face às limitações existentes, a Embasa, com base nos estudos do PARMS 2016, vem direcionando esforços para maximizar o aproveitamento da adutora de água bruta existente por meio de soluções menos custosas, tal como a instalação de um *booster* nessa adutora (apresentado no **item 1.4.2.1**) e aumento da capacidade da captação existente, que no curto prazo poderia garantir maior oferta de água. Ainda que modesta em comparação ao projeto original, essa intervenção representaria um aumento de disponibilidade hídrica da ordem de 2 m^3/s para o SIAA de Salvador.

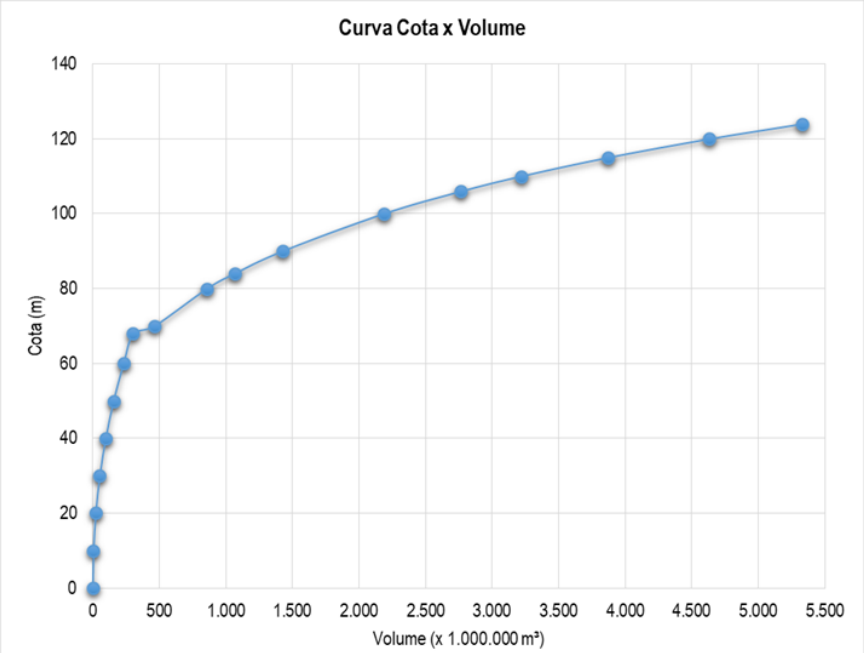
As principais características da barragem de Pedra do Cavalo estão indicadas no **Quadro 1.4** e a **Figura 1.13** apresenta a sua Relação Cota - Volume.

Quadro 1.4 - Principais características da barragem de Pedra do Cavalo

Características principais	Barragem de Pedra do Cavalo
Ano de construção	1983
Localização	Cachoeira e São Félix
Rio	Paraguaçu
Bacia	Paraguaçu
Altura (m)	142
Comprimento (m)	470
Cota do N.A. máximo *maximorum* (m)	124,00
Cota do N.A. máximo normal de projeto (m)	120,00
Cota do N.A. mínimo operacional de projeto para a captação do SIAA existente (m)	106,00
Cota do Nível de Segurança 1, correspondente ao mínimo operacional atual (m)	110,00
Cota de alimentação das turbinas (m)	96,50
Área do reservatório, na El.124,00 m (km^2)	185,9
Área do reservatório, na El. 120,00 m (km^2)	157,5
Volume de acumulação (hm^3)	4.630,96
Tipo	Enrocamento com núcleo de argila
Vazão regularizada entre as cotas 106,00 e 120,00 m, com 100% garantia – L/s [1]	47.150
Vazão regularizada entre as cotas 110,00 e 120,00 m, com 100% garantia – L/s [1]	37.720
Vazão de restituição mínima operacional (L/s)	10.000

Nota: [1] PARMS, 2016.

Fonte: SNIRH (2023) (dados operacionais); SIHS (2016) (vazões regularizadas); Embasa (2014a).



Cota (m)	Área Atual (10^6 m²)	Volume Atual (10^6 m³)
124	185,86	5.329,88
120	163,09	4.630,96
115	141,15	3.869,29
110	119,42	3.217,34
106	106,26	2.765,65
100	86,83	2.185,58
90	65,14	1.424,77
84	54,86	1.064,22
80	48,01	858,12
70	30,85	462,84
68	9,67	303,57
60	8,35	231,11
50	6,72	155,66
40	5,10	96,45
30	3,75	52,13
20	2,34	21,66
10	1,00	4,98
0	0,00	0,00

Figura 1.15 - Relação Cota – Área – Volume da Represa de Pedra do Cavalo
Fonte: Adaptado de INEMA - responsável pela avaliação do Estudo de Viabilidade da AHE Pedra do Cavalo (2014).

A **Figura 1.16** ilustra o comportamento do reservatório da barragem de Pedra do Cavalo, conforme avaliação elaborada no PEHS – Plano Estadual de Segurança Hídrica (SIHS, 2022), expresso pela variação do volume acumulado no tempo em valores absolutos.

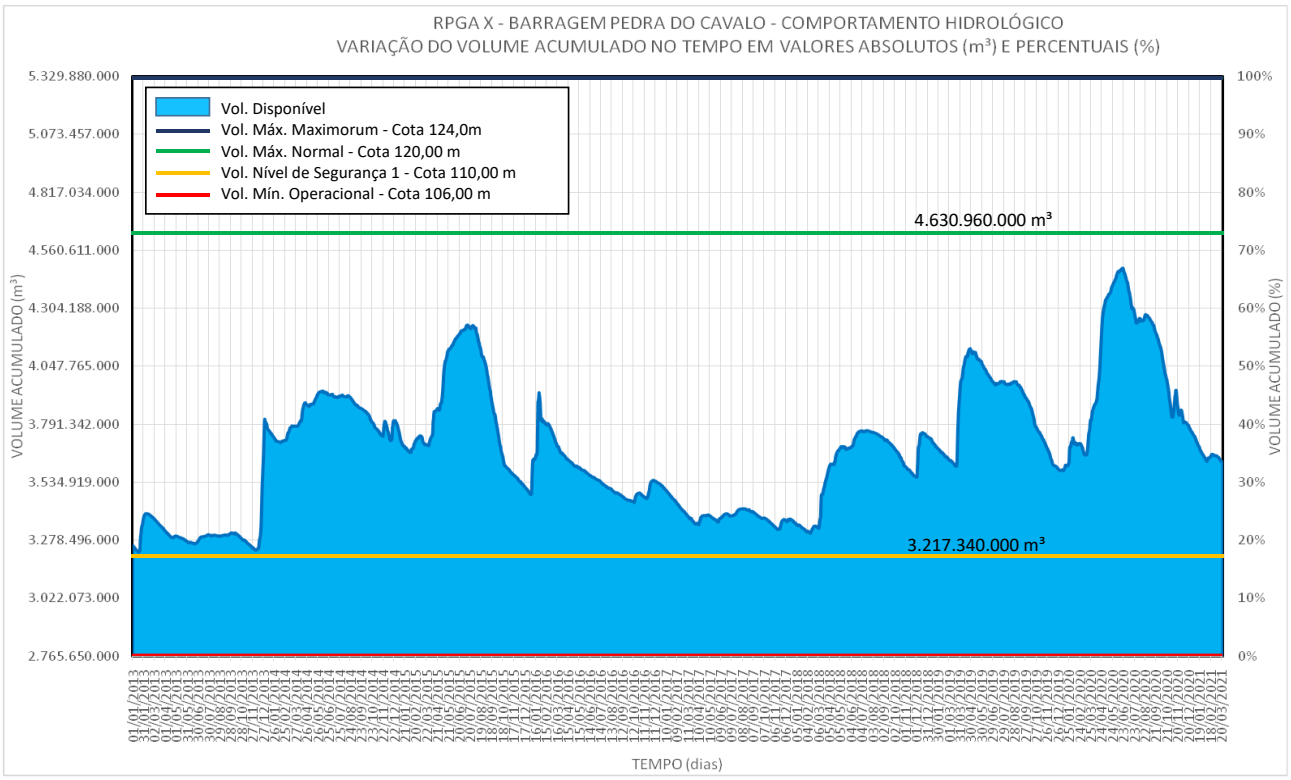


Figura 1.16 - Variação do volume acumulado no reservatório de Pedra do Cavalo no período janeiro/2013 - março/2021
Fonte: Adaptado de Embasa, apud PESH (SIHS, 2022).

1.2.5 Qualidade da água dos mananciais do SIAA de Salvador

A Embasa realiza o monitoramento da qualidade da água dos mananciais por meio de uma rede de monitoramento abrangente, que possibilita avaliar a qualidade da água ao longo do tempo e detectar a origem de eventuais alterações visando estabelecer medidas de controle e conservação da qualidade da água.

Dentre os pontos monitorados, serão avaliados os de maior interesse ao diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água, representativos da qualidade da água dos reservatórios e próximo às captações da Embasa, relacionados a seguir (ver **Figura 1.17**):

- IP I – Represa: ponto localizado na represa de Ipitanga I, próximo ao barramento e à captação existente para o Parque da Bolandeira;
- IP II – Represa: ponto localizado na represa de Ipitanga II próximo ao barramento;
- JO I – Represa: ponto localizado na represa de Joanes I, próximo ao barramento e à captação existente para o Parque da Bolandeira;
- JO II – 8: ponto localizado na represa de Joanes II, próximo à captação existente para a ETA Principal;
- PC – 04: ponto localizado na represa de Pedra do Cavalo, próximo à captação existente para a ETA Principal;
- Santa Helena – Captação: ponto localizado na represa de Santa Helena, próximo à elevatória de captação para Joanes II (Elevatória do Jacumirim).

1.2.5.1 Critério de Avaliação da Qualidade da Água

A qualidade da água dos mananciais de superfície atualmente utilizados no abastecimento público dos municípios de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho (SIAA de Salvador), bem como Candeias, Madre de Deus e São Francisco do Conde (SIAA Recôncavo), Santo Amaro e Saubara (SIAA de Santo Amaro e Saubara), Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Teodoro Sampaio e Terra Nova (SIAA de Amélia Rodrigues), será avaliada com base no que estabelece a Resolução nº 357, de 17/03/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Essa Resolução dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece os padrões de qualidade das águas requeridos para cada classe de enquadramento, em conformidade com os usos previstos.

Considerando que os mananciais em questão carecem de enquadramento oficial em conformidade com as diretrizes da Resolução CONAMA nº 357, os mesmos serão provisoriamente enquadrados na categoria “Águas Doces Classe 2”, conforme preconiza o Artigo 42 da referida resolução. A Classe 2 prevê, entre outros usos, a destinação da água para consumo humano, depois de tratamento convencional. Neste aspecto, convém lembrar que as atuais Estações de Tratamento de Água envolvidas no SIAA de Salvador (ETA Principal e ETA da Bolandeira) são de “concepção convencional”.



Ponto de amostragem IP I - Represa



Ponto de amostragem IP II - Represa



Ponto de amostragem JO I - Represa



Ponto de amostragem JO II - 08 Represa



Ponto de amostragem PC 04 - Represa



Ponto de amostragem SH - Represa

Figura 1.17 - Pontos de amostragem utilizados na avaliação da qualidade da água das represas
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Google Earth.

1.2.5.2 Parâmetros Avaliados

Entre o elenco de parâmetros constantes da Resolução CONAMA nº 357/2005, para a Classe 2 de Águas Doces, foram relacionados os parâmetros monitorados pela Embasa mais suscetíveis de ocorrência nos mananciais em análise e, por isso, mais frequentemente monitorados.

Vale destacar que as análises de qualidade da água bruta realizadas pela Embasa seguem o plano amostral da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, sendo exigida uma amostra semestral da água bruta em cada ponto de captação. Os parâmetros exigidos para sistemas de abastecimento de água supridos por manancial superficial são: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez, Cor Verdadeira, pH, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, e parâmetros inorgânicos, orgânicos e agrotóxicos mencionados na referida portaria.

O **Quadro 1.5** apresentado a seguir contém a relação destes parâmetros, legendados conforme são referidos nas planilhas de resultados que compõem os quadros apresentados na sequência. Entre eles, encontram-se os parâmetros específicos, destinados principalmente à avaliação da qualidade da água por efeito da contaminação orgânica causada por esgotos sanitários (principal fonte de contaminação dos mananciais da RMS); inorgânicos, indicadores de contaminação industrial e, no caso da série nitrogenada (nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato), também de contribuições sanitárias; e orgânicos, indicadores de contaminação industrial ou por agrotóxicos.

Quadro 1.5 - Parâmetros Avaliados

Legenda	Especificação
Parâmetros específicos:	
Contagem Cel/mL	Densidade de Cianobactérias
C.TE. (UFC/100mL)	Coliformes Termotolerantes
CLF “a” (µg/L)	Clorofila “a”
Cor Real (mg Pt/L)	Cor Verdadeira
DBO_5 (mg/L)	Demanda Bioquímica de Oxigênio de 5 dias
F.TOT (mg P/L)	Fósforo Total
OD (mg OD/L)	Oxigênio Dissolvido
Temp. Am. (ºC)	Temperatura da Amostra
Turbidez (NTU)	Turbidez
Parâmetros inorgânicos:	
Al.Dis. (µg Aldis/L)	Alumínio Dissolvido
Pb (µg Pb/L)	Chumbo Total
Cloreto (mg Cl/L)	Cloreto Total
Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Cobre Dissolvido
Fe.Dis. (µg Fedis/L)	Ferro Dissolvido
Fluoreto (mg F/L)	Fluoreto Total
Mn (µg Mn/L)	Manganês Total
Hg (µg Hg/L)	Mercúrio Total
Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrato
Nitrito (mg NO2-N/L)	Nitrito
Amônia (mg NH3/L)	Nitrogênio Amoniacal
pH	Potencial Hidrogeniônico

Legenda	Especificação
Sulfato (mg SO4/L)	Sulfato Total
Zn (µg Zn/L)	Zinco Total
PARÂMETROS ORGÂNICOS:	
ACL (µg/L)	Acrilamida
A&D (µg/L)	Aldrin e Dieldrin
BENZ (µ)g/L	Benzeno
CLDN (µg/L)	Clordano
CH2Cl2 (µg/L)	Diclorometano
END (µg/L)	Endrin
ETBZ (µg /L)	Etilbenzeno
LIND (µg/L)	Lindano
PCLF (µg/L)	Pentaclorofenol
CCl4 (µg/L)	Tetracloreto de Carbono
TOL (µg/L)	Tolueno
TRCLEE (µg/L)	Tricloroeteno
XILS (µg/L)	Xilenos Totais

Fonte: Embasa (2024).

1.2.5.3 Análise dos Resultados Registrados nos Últimos Três Anos

Nas planilhas do **APÊNDICE 1** são apresentados os dados de monitoramento dos mananciais pela Embasa, considerando os parâmetros acima indicados e os pontos de monitoramento (ilustrados na **Figura 1.17**, anteriormente apresentada) que incluem represas e captações do SIAA de Salvador. O período analisado foi de 14/12/2020 a 14/12/2023 para os reservatórios de Ipitanga I e II e Joanes I e II, 20/11/2020 a 20/11/2023 para reservatório de Pedra do Cavalo, e 14/12/2020 a 14/11/2023 para o reservatório de Santa Helena.

Na base de cada planilha são indicados os valores médios e máximos registrados nesse período e os correspondentes valores limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

O **Quadro 1.6**, apresentado a seguir, foi elaborado com base nas planilhas de resultados individuais supramencionadas e sintetiza a avaliação da qualidade da água, apresentando para cada ponto de monitoramento o número total de análises realizadas no período, o número de resultados em desconformidade com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, os valores médios e máximos de cada parâmetro no período e sua condição quanto à conformidade aos padrões legais.

Quadro 1.6 - Quadro Síntese de Avaliação da Qualidade da Água

PARÂMETROS ESPECÍFICOS		Limite Conama	Ipitanga II - Represa				Ipitanga I - Represa				Joanes II (JO II - 8)				Joanes I - Represa				Santa Helena - Captação				Pedra do Cavalo - Captação			
			Nº de Análises		Valor Médio	Valor máximo	Nº de Análises		Valor Médio	Valor máximo	Nº de Análises		Valor Médio	Valor máximo	Nº de Análises		Valor Médio	Valor máximo	Nº de Análises		Valor Médio	Valor máximo	Nº de Análises		Valor Médio	Valor máximo
			Total	Desconf.			Total	Desconf.			Total	Desconf.			Total	Desconf.			Total	Desconf.			Total	Desconf.		
Contagem Cel/mL	Densidade de Cianobactérias	50.000 Cel/mL	157	114	128.845	855.570	158	122	134.795	1.274.592	179	55	43.747	220.168	201	109	85.645	443.484	36	36	349.986	1.366.992	27	0	1.350	10.080
C.TE. (UFC/100mL)	Coliformes Termotolerantes	1000 UFC/100mL	0	0	SI	SI	0	0	SI	SI	252	0	SI	SI	0	0	SI	SI	0	0	SI	SI	0	0	SI	SI
E. coli (NMP/100 ml)	Escherichia coli		50		50,31	1.120,00	49		24,23	393,00	202		27,69	1.990,00	98		153,85	5.790,00	12		98,43	670,00	37		5,65	23,80
Clf "a" (µg/L)	Teor de Clorofila "a"	30 µg/L	24	1	14,02	32,04	26	0	11,39	15,75	23	0	< 10,68	< 10,68	29	8	27,43	131,90	4	1	27,42	54,47	22	0	11,07	15,49
Cor Real (mg Pt/L)	Cor Real	75 mg Pt/L	15	0	9,81	21,00	20	0	8,05	20,00	38	0	25,08	57,00	50	2	25,46	133,00	5	1	41,60	98,00	5	1	65,20	127,00
DBO5 (mg/L)	DBO de 5 dias	5 mg/L O2	28	15	3,20	6,00	20	15	2,24	3,50	74	1	2,36	10,30	74	10	3,76	25,00	5	1	3,98	6,40	5	0	2,40	3,00
F.TOT (mg P/L)	Fósforo Total	0,03 mg/L	18	13	0,05	0,11	17	8	0,15	1,59	78	51	0,06	0,36	78	71	0,11	0,30	5	5	0,09	0,21	5	5	0,08	0,12
OD (mg OD/L)	Oxigênio Dissolvido	5 mg/L O2	28	7	5,92	9,78	17	4	6,03	9,13	156	30	6,04	9,54	98	87	3,03	7,51	3	2	4,65	5,41	5	2	5,10	7,07
TEMP..AM ºC	Temperatura da Amostra		13		28,73	32,30	1		27,60	27,60	200		27,82	33,30	86		27,08	31,20	0		SI	SI	1		20,80	20,80
Turbidez (NTU)	Turbidez	100 UNT	16	0	4,79	21,80	21	0	2,32	3,36	60	0	15,25	87,10	72	0	12,11	87,10	6	0	5,60	11,90	6	0	1,79	2,50
PARÂMETROS INORGÂNICOS		**Limite Conama**	**Ipitanga II - Represa**				**Ipitanga I - Represa**				**Joanes II (JO II - 8)**				**Joanes I - Represa**				**Santa Helena - Captação**				**Pedra do Cavalo - Captação**			
			Nº de Análises		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**
			Total	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**		
Al.Dis. (µg Aldis/L)	Alumínio Dissolvido	100 µg/L Al	3	0	31,47	54,40	0	0	SI	SI	123	72	235,40	1.190,00	46	18	226,81	692,00	0	0	SI	SI	12	0	SI	SI
Pb (µg Pb/L)	Chumbo Total	10 µg/L Pb	16	0	< 0,01	< 0,01	18	0	< 0,01	< 0,01	74	0	< 0,01	< 0,01	72	0	< 0,01	< 0,01	6	0	< 0,01	< 0,01	17	0	< 0,01	< 0,01
Cloreto (mg Cl/L)	Cloreto Total	250 mg/L Cl	16	0	30,69	46,40	18	0	38,13	53,50	51	0	26,67	79,60	54	0	26,31	53,40	6	0	18,53	21,70	6	0	84,48	169,00
Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Cobre Dissolvido	9 µg/L Cu	0	0	SI	SI	0	0	SI	SI	18	0	< 0,005	0,01	15	0	0,01	0,01	0	0	SI	SI	0	0	SI	SI
Fe.Dis. (µg Fedis/L)	Ferro Dissolvido	0,3 mg/L Fe	12	5	0,73	2,21	3	1	0,50	1,09	19	19	0,94	1,19	21	21	0,96	0,00	0	0	SI	SI	0	0	SI	SI
Fluoreto (mg F/L)	Fluoreto Total	1,4 mg/L F	15	0	0,15	0,18	17	0	0,17	0,22	38	0	0,27	0,57	48	0	0,19	0,28	5	0	0,29	0,89	5	0	0,10	0,11
Mn (µg Mn/L)	Manganês Total	0,1 mg/L Mn	25	13	0,16	0,50	21	4	0,13	0,39	57	23	0,12	0,41	63	31	0,11	0,21	6	0	< 0,08	< 0,08	6	0	< 0,08	< 0,08
Hg (µg Hg/L)	Mercúrio Total	0,2 µg/L Hg	15	0	0,06	0,18	17	1	0,06	0,22	62	0	< 0,05	< 0,05	59	2	0,06	0,28	5	0	< 0,2	< 0,2	5	0	< 0,2	< 0,2
Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrato	10 mg/L N	17	0	< 1,5	< 1,5	18	0	< 1,5	< 1,5	144	0	< 1,5	< 1,5	99	0	< 1,5	< 1,5	6	0	< 1,5	< 1,5	6	0	< 1,5	< 1,5
Nitrito (mg NO2-N/L)	Nitrito	1 mg/L N	17	0	< 0,25	< 0,25	18	0	< 0,25	< 0,25	144	0	< 0,25	< 0,25	99	0	< 0,25	< 0,25	6	0	< 0,25	< 0,25	6	0	< 0,25	< 0,25
Amônia (mg NH3/L)	Nitrogênio Amoniacal	Depende do pH (3,7mg/L N, para pH £ 7,5 2,0 mg/L N,para 7,5 < pH £ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH £ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5)	1	0	0,03	0,03	3	0	1,32	1,87	59	2	0,88	26,90	16	0	1,26	2,61	1	0	0,76	0,76	1	0	0,07	0,07
pH	pH	6,0 ≤ pH ≤ 9,0	29	0	7,09	7,70	20	0	7,60	8,24	215	8	6,85	8,15	107	6	6,62	7,42	2	0	6,82	7,17	8	2	6,63	7,42
Sulfato (mg SO4/L)	Sulfato Total	250 mg/L SO4	16	0	11,23	25,10	18	0	8,98	13,60	69	0	9,17	18,80	72	0	5,90	10,30	1	0	< 5	< 5	6	0	7,94	21,70
Zn (mg Zn/L)	Zinco Total	0,18 mg/L Zn	16	0	< 0,1	< 0,1	18	0	< 0,1	< 0,1	74	0	< 0,1	< 0,1	72	2	0,10	0,59	6	0	< 0,1	< 0,1	6	0	< 0,1	< 0,1
PARÂMETROS ORGÂNICOS		**Limite Conama**	**Ipitanga II - Represa**				**Ipitanga I - Represa**				**Joanes II (JO II - 8)**				**Joanes I - Represa**				**Santa Helena - Captação**				**Pedra do Cavalo - Captação**			
			Nº de Análises		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**	**Nº de Análises**		**Valor Médio**	**Valor máximo**
			Total	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**			**Total**	**Desconf.**		
ACL (µg/L)	Acrilamida	0,5 µg/L	1	0	<0,5	<0,5	1	0	<0,5	<0,5	1	0	<0,5	<0,5	0	0	SI	SI	1	0	<0,5	<0,5	1	0	< 0,5	< 0,5
A&D (µg/L)	Aldrin e Dieldrin	0,005 µg/L	7	0	< 1	< 1	5	0	< 1	< 1	7	0	< 1	< 1	6	0	< 1	< 1	5	0	< 1	< 1	7	0	< 1	< 1
BENZ (µ)g/L	Benzeno	5 µg/L	16	0	< 3	< 3	18	0	< 3	< 3	50	0	< 3	< 3	54	0	<2	<2	7	0	< 3	< 3	6	0	< 3	< 3
CLDN (µg/L)	Clordano	0,04 µg/L	4	0	< 0,005	< 0,005	3	0	< 0,005	< 0,005	4	0	< 0,01	< 0,01	4	0	< 0,01	< 0,01	3	0	< 0,01	< 0,01	4	0	< 0,01	< 0,01
CH2Cl2 (µg/L)	Diclorometano	20 µg/L	16	0	< 3	< 3	18	0	<3	<3	50	0	< 10	< 10	54	0	< 3	< 3	7	0	<3	<3	6	0	< 10	< 10
END (µg/L)	Endrin	0,004 µg/L	2	0	< 1	< 1	1	0	< 1	< 1	2	0	< 1	< 1	1	0	SI	SI	1	0	< 1	< 1	2	0	< 1	< 1
ETBZ (µg /L)	Etilbenzeno	90 µg/L	16	0	< 2	< 2	18	0	< 2	< 2	50	0	< 5	< 5	54	0	< 1	< 1	7	0	< 2	< 2	6	0	< 5	< 5
LIND (µg/L)	Lindano	0,02 µg/L	16	0	< 1	< 1	18	0	< 1	< 1	48	0	< 1	< 1	51	0	< 1	< 1	6	3	< 1	< 1	6	0	< 1	< 1
PCLF (µg/L)	Pentaclorofenol	9 µg/L	8	0	< 2	< 2	5	0	< 2	< 2	10	0	< 2	< 2	9	0	< 2	< 2	6	0	< 2	< 2	8	0	< 2	< 2
CCl4 (µg/L)	Tetracloreto de Carbono	2 µg/L	16	0	< 2	< 2	18	0	< 2	< 2	50	0	< 2	< 2	54	0	< 2	< 2	7	0	< 2	< 2	6	0	< 2	< 2
TOL (µg/L)	Tolueno	2 µg/L	16	0	< 2	< 2	18	0	< 2	< 2	55	0	< 2	< 2	54	0	< 2	< 2	7	0	< 2	< 2	6	0	< 2	< 2
TRCLEE (µg/L)	Tricloroeteno	10 µg/L	16	0	< 2	< 2	18	0	< 2	< 2	50	0	< 2	< 2	54	0	< 2	< 2	7	0	< 1	< 1	6	0	< 2	< 2
XILS (µg/L)	Xilenos Totais	300 µg/L	16	0	< 3	< 3	18	0	< 3	< 3	50	0	< 4	< 4	54	0	< 15	< 15	7	0	< 4	< 4	6	0	< 4	< 4

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024). Embasa (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados).

Entre os parâmetros analisados, os que apresentaram pelo menos uma análise com resultado em desacordo com os padrões estabelecidos para Águas Doces Classe 2 foram os seguintes:

- Específicos: Densidade de Cianobactérias, Clorofila "a", Cor Real, DBO_5, Fósforo Total e Oxigênio Dissolvido, ressalvando-se que o parâmetro Coliformes Termotolerantes não dispõe de informações na planilha de dados da Embasa;
- Inorgânicos: Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Mercúrio, Nitrogênio Amoniacal, pH e Zinco Total;
- Orgânicos: a forma de expressão dos resultados dos parâmetros Aldrin&Dieldrin, Endrin e Lindano, pela Embasa, sugere incompatibilidade do método de análise quanto ao limite de detecção necessário para avaliação dos resultados frente aos valores máximos permitidos. Em consequência, não permite inferir sobre o atendimento aos Valores Máximos Permitidos (VMP) do CONAMA. Os demais parâmetros desta categoria mantiveram-se em conformidade com os VMP do CONAMA.

O parâmetro DBO_5, indicador de contaminação orgânica, que pode ser associada na área de análise à presença de contribuições sanitárias, apresentou valor médio em conformidade com a Resolução CONAMA 357 em todos os pontos de monitoramento, embora, em amostras isoladas, tenham ocorrido resultados desconformes nas represas de Ipitanga II, Joanes II, Joanes I e Santa Helena. Nas represas de Ipitanga I e Pedra do Cavalo, esse parâmetro manteve-se em conformidade com o limite legal em todas as amostras analisadas.

Em todas as represas foram registrados resultados de Oxigênio Dissolvido em desconformidade com o limite mínimo preconizado para Águas Doces Classe 2. Entretanto, excetuando-se as represas de Joanes I e Santa Helena, os valores médios desse parâmetro, no período considerado, mantiveram-se em conformidade com o limite legal nos demais pontos monitorados. Destaca-se que no reservatório Joanes I, 89% das amostras de OD estavam abaixo do recomendado.

Em relação ao parâmetro Fósforo Total, a maioria das análises realizadas se apresentaram em desconformidade com o limite legal, sendo que as concentrações médias desse parâmetro resultaram, em todos os pontos monitorados, acima do VMP estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Essa condição sugere que em todos os mananciais ocorrem expressivos aportes de fósforo, destacando-se como fontes mais prováveis as contribuições de origem sanitária e o uso de fertilizantes em cultivos agrícolas praticados nas bacias de drenagem dos reservatórios.

A Densidade de Cianobactérias segue padrão semelhante ao fósforo nas represas do SIAA de Salvador, com valores médios superando o VMP em quase todos os pontos de monitoramento analisados. Embora a média de Cianobactérias em Joanes II situe-se abaixo do VMP observa-se que o valor médio se encontra muito próximo deste.

Com base nos valores médios registrados para os parâmetros Fósforo Total e Clorofila "a", calculou-se o Índice do Estado Trófico (IET) dos reservatórios, conforme metodologia preconizada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

O IET tem por finalidade classificar os cursos d'água em diferentes níveis de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

As fórmulas utilizadas para o cálculo variam em função do corpo hídrico (rios ou reservatórios). No presente caso utilizou-se as fórmulas para reservatórios que são as seguintes:

- Índice do Estado Trófico relativo ao Fósforo: $IET(PT) = 10 \times [6 - ((1{,}77 - 0{,}42 \times (\ln PT))/ \ln 2)]$

  Onde PT = Fósforo Total expresso em µg/L
- Índice do Estado Trófico relativo à Clorofila: $IET(CL) = 10 \times [6 - ((-0{,}92 - 0{,}34 \times (\ln CL))/ \ln 2)]$

Onde CL = Clorofila “a” expressa em µg/L

O resultado do Índice do Estado Trófico (IET) será a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo e à clorofila, segundo a equação:

$$IET = [IET (PT) + IET (CL)] / 2$$

Os limites estabelecidos para as diferentes classes de estado trófico, conforme a metodologia da CETESB, são apresentados no **Quadro 1.7**:

Quadro 1.7 - Classes de Estado Trófico

Classes de trofia	Níveis do IET	Ponderação
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	0,5
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	1
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	2
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	3
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	4
Hipereutrófico	IET > 67	5

Fonte: CETESB (2014).

Os resultados obtidos para os pontos de monitoramento considerados nesta avaliação são apresentados no **Quadro 1.8**.

Quadro 1.8 - Resumo de Cálculo do Índice do Estado Trófico nos reservatórios do SIAA de Salvador

Pontos de monitoramento	IET (CL)	IET (PT)	IET (média)	Estado trófico	
				Categoria	Ponderação
Ipitanga II – Represa	60	66	63	Eutrófico	3
Ipitanga I – Represa	59	73	66	Supereutrófico	4
Joanes II – Captação ETA Principal	58	67	63	Eutrófico	3
Joanes I – Represa / Captação	63	71	67	Supereutrófico	4
Santa Helena – Captação	63	69	66	Supereutrófico	4
Pedra do Cavalo – Captação	59	69	64	Supereutrófico	4

Nota: (base de dados de monitoramento no período dez/2020 a dez/2023).

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

Considerando como referência o IET médio entre os limites extremos definidores dos níveis de trofia (47 e 67), ou seja, IET = 57, constata-se que todos os mananciais do SIAA de Salvador assumem valores do IET acima da condição média, indicando níveis preocupantes de enriquecimento por nutrientes. As represas de Joanes I (IET = 67), Ipitanga I (IET = 66), Santa Helena (IET = 66) e Pedra do Cavalo (IET = 64) apresentam as condições de estado trófico mais críticas, enquadrando-se na categoria Supereutrófico, com valores quase no limite para o nível Hipereutrófico. As represas de Joanes II (IET = 63) e Ipitanga II (IET = 63) enquadram-se na categoria Eutrófico, no limite para o nível Supereutrófico. De modo geral, esses resultados indicam piora de qualidade em relação aos níveis detectados na ocasião do diagnóstico do PARMS 2016.

O problema agrava-se pelo fato de o fenômeno da eutrofização estar associado à floração de cianobactérias, microrganismo de interesse sanitário e potencialmente tóxico. Constata-se na planilha síntese de resultados (**Quadro 1.6**, apresentado anteriormente) que, à exceção de Joanes II, em todos os pontos monitorados os valores médios de Densidade de Cianobactérias situaram-se acima do limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Em tais circunstâncias, a interferência da presença de algas impõe dificuldades ao tratamento da água do tipo convencional, empregado pela Embasa, uma vez que este apresenta limitações em relação à remoção de algas e cianobactérias. As principais dificuldades operacionais se relacionam com a redução da eficiência da sedimentação dos flocos, propiciando a colmatação mais rápida dos filtros e, consequentemente, a diminuição das carreiras de filtração; o aumento na dosagem de produtos químicos; a elevação da demanda de cloro, com

maior possibilidade de formação de subprodutos da cloração, ocasionando maiores riscos à saúde humana e maior geração de lodo. Ainda que tais dificuldades sejam superadas no tratamento convencional, este não se mostrará confiável para a produção de água potável, uma vez que não envolve tecnologias adequadas para a remoção de metabólitos secundários dissolvidos, liberados durante a lise celular, tais como as cianotoxinas.

Visando reduzir o impacto da eutrofização, desde 2016 a Embasa vem utilizando na represa de Joanes I o tratamento das águas com *Phoslock*, produto a base de argila modificada com capacidade de remoção de fosfatos da água. Mesmo assim, observa-se que a maioria das análises de Fósforo Total realizadas no período considerado nesta avaliação apresentam valores superiores ao máximo permissível.

Entre os parâmetros inorgânicos merecem comentários as ocorrências de Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido e Manganês, nas represas dos rios Ipitanga e Joanes.

Concentrações elevadas de Alumínio Dissolvido, com valores acima do limite de referência da Resolução CONAMA nº 357/05, foram registradas nas represas de Joanes II e Joanes I. As elevadas concentrações de Alumínio Dissolvido nessas represas decorrem da ausência de tratamento do lodo produzido na ETA Principal, sendo o lodo gerado nos decantadores e os efluentes da lavagem dos filtros lançados em curso d'água tributário da represa de Joanes II. A remediação do problema depende da implantação de instalação de tratamento do lodo para minimizar as concentrações de alumínio lançadas no rio Joanes. Esta intervenção foi indicada no PARMS 2016 e atualmente dispõe de projeto contratado pela Embasa, previsto para ser executado em futuro próximo.

Cabe mencionar que, conforme os dados repassados pela prestadora, não há resultados para o parâmetro Alumínio nas represas de Ipitanga II e Ipitanga I, sendo provável que em Ipitanga I persistam valores desconformes de alumínio, como foi registrado na ocasião do PARMS 2016, em razão de causa semelhante a que ocorre no Joanes, ou seja, ausência de tratamento do lodo, nesse caso durante a operação da ETA Suburbana, que tinha o lodo descartado na represa de Ipitanga II.

Outros dois parâmetros, muitas vezes de ocorrência associada, com registros acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA 357/05, são o Ferro Dissolvido e o Manganês nas represas de Ipitanga II, Ipitanga I, Joanes II e Joanes I. Também nesse caso, atribui-se a desconformidade aos padrões legais à ausência de tratamento do lodo gerado nas ETA Principal e Suburbana (quando em operação), possibilitando que o sulfato férrico empregado como coagulante no tratamento de água retorne aos rios Joanes e Ipitanga, respectivamente, juntamente com sua impurezas. Portanto, o tratamento dos lodos da ETA Principal é uma medida urgente para eliminar os resíduos de ferro e manganês lançados no rio Joanes.

Em relação aos parâmetros orgânicos, a forma de expressão dos resultados dos parâmetros Aldrin&Dieldrin, Endrin e Lindano, pela Embasa, não permite a avaliação dos resultados frente aos Valores Máximos Permitidos (VMP) do CONAMA, conforme referido anteriormente. No entanto, em relação à Portaria GM MS 888/2021, o parâmetro Lindano está em conformidade com o VMP. Os demais parâmetros desta categoria mantiveram-se em conformidade com os VMP do CONAMA.

Em síntese, com base no monitoramento realizado pela Embasa, os principais problemas identificados em relação à qualidade da água dos mananciais de abastecimento do SIAA de Salvador estão relacionados à eutrofização dos reservatórios utilizados e à presença de Alumínio, Ferro e Manganês decorrentes da ausência de processos de tratamento dos lodos gerados nas ETA Principal e Suburbana (quando em operação), induzindo que os mesmos sejam lançados nas represas dos rios Joanes e Ipitanga.

1.3 AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DOS MANANCIAIS DO SIAA DE SALVADOR

As informações apresentadas a seguir baseiam-se nos estudos hidrológicos desenvolvidos no PARMS 2016, constantes do **ANEXO II** deste relatório, considerados adequados aos propósitos desta revisão do Plano.

A partir das hipóteses estabelecidas nos estudos hidrológicos obteve-se os valores atuais de referência, que constituem as capacidades de atendimento revisadas dos reservatórios a serem consideradas no balanço entre demandas de abastecimento e disponibilidades dos mananciais, visando à montagem de estratégias para enfrentamento dos problemas que devem ser esperados ao longo do tempo.

A primeira estimativa da vazão de referência para atendimento das demandas corresponde à vazão regularizada pelo reservatório com 100% de permanência. Este valor foi obtido numa hipótese puramente teórica de não liberação de vazão para jusante. Da mesma forma foram estabelecidos os valores das vazões regularizadas com 95% e 90% de permanência.

A Instrução Normativa Nº 01, de 27 de fevereiro de 2007, que dispõe sobre a emissão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Bahia, estabelece que, em barramentos implantados em mananciais perenes, a máxima vazão resultante das outorgas para diversos fins deve ser igual a 80% (oitenta por cento) das vazões regularizadas com 90% (noventa por cento) de garantia. Estabelece ainda que nos casos de abastecimento humano, tal limite poderá atingir até 95%.

Estabelecida a vazão regularizada para cada reservatório e considerando que o uso prioritário destes mananciais é o abastecimento humano, foram definidas as vazões de liberação à jusante sob duas hipóteses:

- Em condições normais do regime de vazões, corresponde a 20% da vazão regularizada com 90% de permanência; e
- Em condições de escassez de oferta, considerada igual a 5% da vazão regularizada com 90% de garantia.

Identificados estes indicadores globais de disponibilidade foram também consideradas questões específicas relacionadas ao uso da água em cada uma das bacias onde estão inseridos os reservatórios de modo a estabelecer referenciais que levam em conta outros usos concorrentes com o abastecimento humano, e como considerá-los no desenvolvimento de estratégias do Plano de abastecimento.

A seguir são destacados elementos do estudo realizado, por reservatório, que sintetizam os principais indicadores e referenciais hidrológicos a eles relacionados.

1.3.1 Reservatórios do rio Ipitanga

Para a estimativa das vazões nas bacias de contribuição dos reservatórios Ipitanga I e Ipitanga II utilizou-se o mesmo critério empregado pela Fundação Escola Politécnica – FEP (SEDUR, 2013), que admite a semelhança de condições físicas das bacias de contribuição dos reservatórios Ipitanga e Joanes, obtendo-se os valores médios de contribuição apresentados na **Tabela 1.3** a seguir.

Tabela 1.3 - Vazões médias estimadas para as bacias de Ipitanga I e Ipitanga II

Bacia	Vazões (m³/s)												Médias Anuais
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Ipitanga I	0,131	0,097	0,112	0,245	0,412	0,545	0,497	0,313	0,218	0,157	0,177	0,232	0,261
Ipitanga II	0,163	0,120	0,140	0,305	0,513	0,679	0,619	0,390	0,272	0,196	0,220	0,289	0,326

Fonte: GEOHIDRO (2014) (vide **ANEXO II**).

As curvas Cota x Volume foram estimadas a partir dos dados de área correspondentes às curvas de nível informadas pela Embasa.

A **Tabela 1.4** apresenta alguns indicadores relativos aos reservatórios de Ipitanga I e Ipitanga II.

Tabela 1.4 - Parâmetros Indicadores dos reservatórios de Ipitanga I e Ipitanga II

Indicador	Embasa / Inema	
	Ipitanga I	Ipitanga II
Nível máximo operacional (m)	29,30	60,50
Nível mínimo operacional (m)	23,00	48,43
Volume Total, no NA máximo (hm^3)	6,144	4,600
Volume morto (hm^3)	1,670	0,021
Volume útil (hm^3)	4,474	4,579

Fonte: Embasa / INEMA (2014) (vide **ANEXO II**).

Simulado o balanço hídrico dos dois reservatórios foi possível estimar a vazão regularizada em cada um deles. Da mesma forma que nos reservatórios do Joanes, o aporte para Ipitanga I foi obtido a partir do extravasado de Ipitanga II adicionado às contribuições da bacia incremental entre os dois reservatórios. Os valores obtidos no PARMS 2106 e aqueles tradicionalmente esperados para os dois reservatórios estão apresentados na **Tabela 1.5**.

Tabela 1.5 - Comparação das estimativas de vazão regularizada em Ipitanga I e Ipitanga II

Reservatório	Vazões regularizadas com 100% de permanência (m^3/s)		
	IICA/INEMA*	EMBASA**	GEOHIDRO (PARMS 2016)***
Ipitanga I	0,300	0,500	0,127
Ipitanga II	0,290	0,400	0,272

Nota: * Revisão do Balanço Hídrico do Plano Estadual de Recursos Hídricos – IICA / INEMA (2012); ** EMBASA; *** Estimadas no PARMS 2016
Fonte: GEOHIDRO (2016) (vide **ANEXO II**)

A falta de informações medidas nas bacias de contribuição desses reservatórios tem reflexo sobre os resultados encontrados, mas mesmo com as limitações decorrentes deste fato presume-se que o processo de alteração do uso do solo esteja impactando suas capacidades de armazenamento, assim como reduzindo as vazões em períodos de estiagem, ampliando as diferenças entre demandas e disponibilidades, e com isto, alterando o balanço de massas que define a relação entre reservas armazenadas e vazão regularizada.

A urbanização crescente na bacia do Ipitanga potencializa a demanda por agregar aos reservatórios nele implantados o uso para controle de cheias, oportunizando conflitos operacionais entre este uso e o abastecimento humano.

1.3.2 Reservatórios do rio Joanes

No que se refere aos reservatórios implantados no rio Joanes, o PARMS 2016 avaliou e considerou os resultados dos estudos existentes referentes à capacidade de regularização dos reservatórios de Joanes I e Joanes II, integrantes do Projeto de Revitalização e Gestão Ambiental dos Mananciais do Sistema Joanes/Ipitanga, elaborado pela FEP para a SEDUR, em 2013.Nesses estudos constam novas estimativas para as relações entre cota e volume nos dois reservatórios. Para Joanes I foi realizado levantamento batimétrico e para Joanes II foram recalculados os volumes em função de incoerências observadas nas informações prestadas pela Embasa, segundo os autores. As avaliações efetuadas apontaram valores de alguns indicadores bastante distintos daqueles informados pelos operadores e disponibilizados ao Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) pela Embasa, conforme a **Tabela 1.6** apresentada a seguir.

Tabela 1.6 - Indicadores relativos aos reservatórios de Joanes I e de Joanes II

Indicador	SEDUR (2013)		EMBASA / INEMA (2014)	
	Joanes I	Joanes II	Joanes I	Joanes II
Nível máximo operacional (m)	16,00	30,30	16,00	30,50
Nível mínimo operacional (m)	14,50	24,9	14,50	24,90
Volume total, no NA máximo (hm^3)	13,628	108,470	18,883	137,500
Volume morto (hm^3)	6,989	34,938	10,200	42,700
Volume útil (hm^3)	6,640	73,532	8,683*	94,800*

Nota: * Valores obtidos pela diferença entre volume máximo e volume morto

Fonte: SEDUR (2013) (vide **ANEXO II**).

As vazões do rio Joanes foram estimadas a partir dos dados medidos no rio Jacuípe em Mata de São João, sendo considerado que as semelhanças físicas existentes entre as bacias do Joanes e do Jacuípe permitem considerar a produção de escoamento semelhante em ambas as bacias contribuintes (SEDUR, 2013). Desta forma, as vazões produzidas na bacia de contribuição do Joanes foram estimadas por proporção de área entre a bacia considerada (Joanes I ou Joanes II) e a área de contribuição do Jacuípe em Mata de São João.

A hipótese de semelhança física de fato acontece entre a área central e baixa do Jacuípe e a bacia do Joanes. As contribuições pluviométricas na bacia do Joanes devem ser maiores que a média pluviométrica na bacia do Jacuípe em Mata de São João em razão dos trechos mais à montante dessa bacia estarem inseridos em área de menor pluviosidade por serem mais afastadas do litoral. Assumir a hipótese de produção semelhante entre as duas bacias tende a ser uma hipótese que vai a favor da segurança, não devendo superestimar esta produção. Na falta de informações que proporcionem alternativas outras para esta estimativa, este caminho se apresenta como recomendável. No trabalho desenvolvido pela FEP (SEDUR, 2013) foram tentadas outras estratégias para estimar as vazões na bacia do Joanes e para todas elas os resultados obtidos foram considerados inadequados.

Os valores de vazão média mensal para o período de 1956 a 2010, obtidos a partir de tal critério para as bacias que alimentam Joanes I e Joanes II, estão apresentados na **Tabela 1.7**.

Tabela 1.7 - Vazões média mensais (m^3/s) na bacia do Joanes estimadas pela FEP

Bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média anual
Joanes I	3,552	3,472	5,672	8,948	18,111	17,207	14,376	7,793	5,544	4,395	5,788	5,540	8,366
Joanes II	2,323	2,271	3,710	5,853	11,846	11,255	9,403	5,097	3,627	2,875	3,786	3,623	5,472

Fonte: SEDUR (2013) (vide **ANEXO II**).

Com estes dados das vazões estimadas para o período e as estimativas de relação entre cota, área e volume estabelecidas no estudo da FEP foi estimada a vazão máxima regularizada em Joanes I e Joanes II com 100% de permanência chegando-se aos valores de 0,600 m^3/s e 1,820 m^3/s, respectivamente. Cabe assinalar que a vazão para Joanes I foi obtida a partir da hipótese de operação com 100% de garantia do valor de 1,820 m^3/s em Joanes II, fluindo para Joanes I apenas os volumes extravasados em Joanes II e as vazões relativas à área da bacia incremental (existente à jusante de Joanes II) com contribuição direta para Joanes I.

A **Tabela 1.8** evidencia a comparação entre os valores a que chegou o estudo da FEP (SEDUR, 2013) e os que são tradicionalmente atribuídos a estes dois reservatórios.

Tabela 1.8 - Comparação das estimativas de vazão regularizada em Joanes I e Joanes II

Reservatório	Vazões regularizadas com 100% de permanência (m³/s)		
	IICA/INEMA*	PDAA/98**	Estudo da FEP***
Joanes I	1,240	1,200	0,600
Joanes II	2,399	3,800	1,820

Fonte:* Revisão do Balanço Hídrico do PERH – IICA / INEMA (2012); ** PDAA (1998); *** SEDUR (2013) (vide **ANEXO II**).

O estudo da FEP (SEDUR, 2013) analisa a operação dos dois reservatórios sob outros critérios operacionais. Apresenta-se aqui o Cenário 3 do referido estudo, estabelecido com o intuito de avaliar a capacidade máxima de regularização de cada um dos dois reservatórios e, para tanto, foi considerado que nenhuma vazão seria obrigatoriamente lançada à jusante. Isto implica que, caso seja atendida a regulamentação do INEMA (Instrução Normativa Nº 01 já referida), a vazão disponível para abastecimento corresponde à capacidade de regularização do reservatório descontada da vazão a ser restituída para jusante da barragem.

1.3.3 Reservatório de Santa Helena

A definição das curvas Cota x Área e Cota x Volume empregadas nos estudos do PARMS 2016 foram obtidas a partir de procedimentos clássicos considerando os valores das áreas do espelho d'água estimadas pelas curvas de nível encontradas em levantamentos topográficos da área.

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

Atualmente a captação de água neste reservatório se faz até a cota 17,0 m aproveitando uma quantidade limitada das reservas estocadas. Existe uma alternativa de exploração deste manancial que proporcionaria a exploração do reservatório até a cota 10,0 m. Por conta disto, as simulações efetuadas consideraram estas duas hipóteses de exploração.

Os valores de volume correspondentes aos níveis operacionais, de interesse para a definição do potencial hidrológico do reservatório da barragem de Santa Helena, são os estabelecidos no PARMS 2016 após análise dos dados disponíveis nas diversas fontes consultadas, indicados na **Tabela 1.9**.

Tabela 1.9 - Volumes correspondentes aos níveis operacionais dos reservatórios

Reservatório	Rio barrado	Cotas operacionais (m)		Volumes (m³)			% do volume total	
		Máxima	Mínima	Total	Útil	Morto	Útil	Morto
Santa Helena	Jacuípe	20,0	17,0 m	222.633.857	84.072.319	138.561537	37,8	62,2
		20,0	10,0 m	222.633.857	193.175.007	29.458.850	86,8	13,2

Fonte: GEOHIDRO (2014) (vide **ANEXO II**).

Efetuadas as simulações, foram obtidos os valores de vazão global regularizada (incluindo os diversos usos e liberação para jusante) indicados na **Tabela 1.10**, para cada nível de permanência analisado.

Tabela 1.10 - Vazões regularizadas em Santa Helena para cenários mais recentes

Reservatório	Nível mínimo operacional	Vazão regularizada (m³/s)			Vazão à jusante (m³/s)	
		100% perm	95% perm	90% perm	Normal	Escassez
Santa Helena	17,0 m	4,045	5,642	6,640	1,992*	0,498*
	10,0 m	6,596	8,358	9,960		

* Valores calculados para a cota 10,00 m, admitida como a capacidade de regularização do reservatório.

Fonte: GEOHIDRO (2014) (vide **ANEXO II**).

A título de comparação, são apresentados no **Quadro 1.9** a seguir os valores da vazão regularizada com 100% de permanência para o nível operacional na cota 17,0 m estimados nos estudos do PARMS 2016, nos *Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe*, realizado em 1996 para fins de reconstrução da barragem, e no PDAA-RMS / 98 (EMBASA, 1998).

Quadro 1.9 - Vazão regularizada com 100% de permanência em Santa Helena estimada em estudos distintos

Estudo	Vazão regularizada (100% de permanência) - Nível operacional na cota 17,0 m
GEOHIDRO (2014) – PARMS 2016	4,045 m³/s
Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe (1996)	6,532 m³/s
Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMS (1998)	7,900 m³/s

Fonte: referidas na coluna ESTUDO (vide **ANEXO II**)

Conforme analisado nos estudos hidrológicos (vide **ANEXO II**), a principal causa da diferença de resultados está na sequência de anos críticos que foram considerados na simulação. Para o período simulado nos estudos do PARMS 2016 (1986 a 2005) a vazão média foi de 13,14 m³/s e a sequência crítica de anos consecutivos que definiu a situação extrema de atendimento foi a seguinte:

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

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

Cabe destacar que os valores das vazões regularizadas estimadas são globais. Objetivando uma visão mais completa da capacidade do reservatório, também foi criado um cenário de funcionamento do reservatório com as seguintes características específicas para a situação de Santa Helena:

- Foi deduzida, das vazões afluentes ao reservatório, a soma das demandas para irrigação e dessedentação animal (0,140 m³/s), estimadas na Revisão do Balanço Hídrico do Plano Estadual de Recursos Hídricos, para a unidade de balanço onde se encontra o reservatório;
- Foi separado da vazão de atendimento ao abastecimento humano, o valor da vazão de restituição a ser liberada para jusante;
- A vazão liberada para jusante foi considerada igual a 20% da vazão regularizada com 90% de permanência, nos mês em que o nível de água do reservatório se encontrava acima da cota que limita a condição de escassez (18,50 m quando o mínimo operacional for 17,00 m e 15,00 m, quando o mínimo operacional for 10,00 m) e igual a 5% do mesmo referencial, quando inferior a este mesmo nível; ainda para o nível de água no reservatório abaixo do nível que identifica escassez, o atendimento para o abastecimento humano seria reduzido para 80% do valor utilizado em condições normais.

Sob estas condições o balanço efetuado resultou no comportamento indicado na **Tabela 1.11** para cada situação relativa ao nível operacional, sendo que em todos os casos foi liberada vazão à jusante e atendida a demanda para abastecimento humano 100% do tempo, dentro dos critérios estabelecidos.

Tabela 1.11 - Resultados da simulação para o cenário estabelecido

Reservatório	Nível operacional (m)		Tempo do nível de escassez		Vazão de abastecimento humano (m³/s)		Vazão de liberação para jusante (m³/s)	
	Mínimo (NM)	De escassez (NE)	% acima	% abaixo	Acima do NE	Abaixo do NE	Acima do NE	Abaixo do NE
Santa Helena	17,0	18,5	90,4	9,6	3,256	2,605	1,992	0,498
	10,0	15,0	86,7	13,3	5,829	4,663		

Fonte: GEOHIDRO (2014) (vide **ANEXO II**).

Uma comparação interessante pode ser feita entre os resultados obtidos nas simulações anteriores, onde as retiradas não se modificam em função do nível do reservatório (**Tabela 1.11** e neste último cenário), onde esta alternativa operacional é considerada. Na primeira situação, as vazões com 100% de permanência são de 4,045 m³/s e 6,596 m³/s para os níveis operacionais mínimos de 17,00 m e 10,00 m, respectivamente. Com a alteração do critério operacional que estabelece vazões diferentes, tanto para o abastecimento quanto liberada a jusante em função do nível do reservatório, a soma da vazão de abastecimento com a de jusante (5,248 m³/s e 7,821 m³/s), para os dois níveis mínimos operacionais, supera os referenciais anteriormente citados. Isto é possível uma vez que, atingido o nível de escassez, a soma dos valores retirados (3,103 m³/s e 5,161 m³/s) considerando os dois níveis mínimos operacionais é inferior aos que são praticados no outro critério.

Esta comparação mostra que os valores obtidos como vazão global regularizada com 100%, 95% e 90% de permanência são referenciais que devem ser considerados no planejamento do sistema, mas devem ser considerados como um ponto de partida para o planejamento operacional. Regras de manejo dos reservatórios, que levem em conta critérios de liberação em função do nível de água armazenado, unidas à gestão da demanda devem proporcionar a otimização operacional do sistema.

1.3.4 Reservatório de Pedra do Cavalo

O reservatório de Pedra do Cavalo, no rio Paraguaçu, é o maior do Estado sob sua gestão. A **Tabela 1.12** apresentada a seguir destaca algumas informações significativas para a definição da capacidade de regularização deste reservatório.

Tabela 1.12 - Volumes disponíveis para regularização de vazões em Pedra do Cavalo

Reservatório	Rio Barrado	Níveis operacionais (m)		Volumes (m³)			% do volume total	
		Máximo normal	Mínimos	Total	Útil	Morto	Útil	Morto
Pedra do Cavalo	Paraguaçu	120,00	110,00 (NS1)	4.630.960.000	1.413.620.000	3.217.340.000	30,5	69,5
		120,00	109,00 (NS2)	4.630.960.000	1.519.470.554	3.111.489.446	32,8	67,2
		120,00	108,00 (NS3)	4.630.960.000	1.635.857.217	2.995.102.783	35,3	64,7
		120,00	106,00 (Min.)	4.630.960.000	1.865.310.000	2.765.650.000	40,3	59,7
		120,00	96,50 (CAT)	4.630.960.000	2.753.502.587	1.877.457.413	59,5	40,5

Fonte: Adaptado de INEMA (2014).

Os volumes do quadro anterior foram estimados segundo a curva Cota x Volume utilizada no estudo original da barragem (apresentada no item 1.2.4), correspondente à situação em início de operação, e os níveis

operacionais mínimos referem-se a vários critérios. Os níveis NS1, NS2 e NS3 são os níveis de segurança para garantia dos sistemas de abastecimento de água operados pela Embasa. Segundo solicitação da Embasa, a meta é que o NS1, correspondente à cota 110,00 m, nunca seja atingido. Isto representa que o volume morto associado a esta cota é cerca de 70% do volume total do reservatório, considerando o nível máximo normal, na cota 120,00 m.

Se for considerada a cota das estruturas de alimentação das turbinas (CAT), o volume morto cai para cerca de 40% do volume total. Se a operação se der com o mínimo operacional na cota 106,00 m, correspondente ao nível mínimo operacional das comportas, o volume morto corresponde a cerca de 60% do volume total. A cota 96,50 m é cerca de seis metros acima da geratriz superior da tomada de água para a alimentação das turbinas. Nesta cota, o volume morto é cerca de 40% do volume total, valor este superior ao do volume de acumulação total de quase todas as barragens existentes no Estado.

Estes indicadores sugerem que o aproveitamento deste reservatório seja reavaliado em face de maior utilização de suas reservas que, do ponto de vista estritamente volumétrico são subaproveitadas.

Mais dois fatos se agregam para proporcionar maior complexidade gerencial das águas deste reservatório: usos já implantados com interesses conflitantes e demandas na região semiárida da bacia que devem exercer pressão sobre o uso das reservas existentes.

Tradicionalmente os usos de reservatórios artificiais para controle de cheias, abastecimento humano e geração de energia potencializam conflitos de interesse. No caso particular de Pedra do Cavalo, o histórico da exploração evidencia que as cotas de implantação das estruturas de captação para o abastecimento humano foram escolhidas a partir de objetivos exclusivamente setoriais, agregando complexidade ao problema.

A extensa região da bacia, à montante de Pedra do Cavalo, com sérias dificuldades de produção hídrica tanto superficial quanto subterrânea não possui fonte mais segura de abastecimento do que as reservas existentes neste reservatório, constituindo-se numa demanda reprimida buscando solução segura. Fora isto, a bacia possui um conjunto de reservatórios implantados que não podem ser geridos a partir de uma visão pontual e sim de forma integrada. Tais questões merecem análise pormenorizada no Plano da Bacia Hidrográfica do Paraguaçu, em desenvolvimento, a cargo do INEMA.

Segundo estudos realizados durante o projeto da barragem de Pedra do Cavalo, a expectativa de vazão regularizada pelo reservatório é da ordem de 69 m³/s, considerando o volume útil acumulado entre o nível máximo operacional, na cota 120,00 m, e o nível mínimo operacional, na cota 106,00 m.

O quadro atual não conta com esta possibilidade de manejo das reservas, pelo menos é o que indicam as restrições de nível requeridas pela Embasa. Além do mais, existe uma tendência de redução da capacidade de armazenamento decorrente da deposição de materiais transportados de montante para o lago. Também os aspectos relativos ao clima proporcionaram a observação de um cenário bastante restritivo das vazões que alimentaram o reservatório no ano de 2012 e anos antecedentes. Sob novas condições de vazão e futuras tendências da capacidade de armazenamento, o estudo do PARMS 2016 indica a redução da vazão segura com 100% de permanência para o valor de aproximadamente 47 m³/s se o nível mínimo operacional for na cota 106,00 m.

Estes fatos sugerem que grandes esforços interinstitucionais e ações efetivas de gerenciamento na bacia são de vital importância para a ordenação do sistema que envolve Pedra do Cavalo.

1.3.5 Disponibilidade Hídrica dos Reservatórios – Síntese das vazões regularizadas

A **Tabela 1.13** mostra os valores atuais de referência que constituem as capacidades de atendimento revisadas dos reservatórios de abastecimento do SIAA de Salvador, obtidos nos estudos do PARMS 2016, a serem consideradas no balanço entre demandas de abastecimento e disponibilidades dos mananciais nesta revisão

do Plano, tendo em vista a montagem de estratégias para enfrentamento dos problemas que devem ser esperados no período de alcance do Plano, entre 2023 e 2048.

Tabela 1.13 - Síntese da disponibilidade hídrica dos reservatórios analisados

Reservatório	Nível mínimo operacional	Vazões (m³/s)							
		Regularizadas com permanência de:			De restituição a jusante da barragem, em regime:		Disponíveis para abastecimento da RMS, com permanência de:		
		100%	95%	90%	Normal	De escassez	100%	95%	90%
Santa Helena	17,00 m	4,05	5,64	6,64	1,99	0,50	2,05	3,65	4,65
	10,00 m	6,60	8,36	9,96			4,60	6,37	7,97
Pedra do Cavalo	110,00 m	37,72	49,03	57,44	10,00*	-	21,00*	21,00*	21,00*
	108,00 m	41,33	52,54	60,07					
	106,00 m	47,15	59,97	67,17					
Joanes I	14,50 m	0,60**	0,84***	1,04***	0,21***	0,05***	0,39	0,63	0,83
Joanes II	24,90 m	1,82**	2,54***	3,15***	0,63***	0,16***	1,19	1,91	2,52
Ipitanga I	23,00 m	0,13	0,18	0,22	0,04	0,01	0,08	0,13	0,18
Ipitanga II	48,43 m	0,27	0,38	0,47	0,09	0,02	0,18	0,28	0,38

* Valores definidos em estudos do projeto da barragem Pedra do Cavalo; ** Valores do estudo elaborado pela FEP (**SEDUR, 2013**); *** Valores estimados por critério de proporcionalidade entre dados encontrados para os reservatórios Ipitanga I e II, sujeitos às mesmas características climáticas dos reservatórios Joanes I e II. (vide **ANEXO II**)

Fonte: Estimadas nos estudos do PARMS 2016 (GEOHIDRO, 2014).

1.4 SISTEMAS ADUTORES DE ÁGUA BRUTA – CAPTAÇÕES, ELEVATÓRIAS E ADUTORAS

A água captada nos mananciais do SIAA de Salvador é conduzida para quatro unidades de tratamento – ETA Principal, ETA Vieira de Mello e ETA Teodoro Sampaio (Parque da Bolandeira) e ETA Suburbana – por meio dos seguintes sistemas adutores de água bruta:

a) Sistemas adutores de água bruta para as ETAs do Parque da Bolandeira

- Ipitanga I - Bolandeira: adutora concebida para funcionar por gravidade, com capacidade nominal de 0,5 m³/s, posteriormente reforçada pela instalação de um *booster* que possibilita atingir até 0,8 m³/s;
- Joanes I - Bolandeira: constituída de duas adutoras, sendo uma por gravidade e outra por recalque. Em conjunto, estas adutoras têm capacidade nominal para veicular até 3,20 m³/s. Face à pequena vazão regularizada em Joanes I, avaliada neste Plano em 0,6 m³/s com 100% de garantia, essa represa recebe o reforço de Joanes II, via calha do rio, para viabilizar a adução Joanes I - Bolandeira.

b) Sistemas adutores de água bruta para a ETA Principal

- Pedra do Cavalo - ETA Principal: a vazão dessa adutora está limitada à capacidade do seu último trecho, que funciona por gravidade, com capacidade nominal de 7,0 m³/s. Ao longo da adutora existem as derivações para atendimento do SIAA de Amélia Rodrigues, Conceição de Jacuípe, Coração de Maria, Teodoro Sampaio e Terra Nova; SIAA de Santo Amaro e Saubara; Refinaria de Mataripe, em São Francisco do Conde; e Centro Industrial de Aratu, em Candeias (CIA Norte). Com essas retiradas, a vazão atual afluente a ETA Principal proveniente de Pedra do Cavalo é de aproximadamente 5,7 m³/s;

- Joanes II - ETA Principal: essa adutora funciona por recalque e tem capacidade para veicular 8,8 m³/s, embora sua vazão atual esteja limitada à capacidade de bombeamento instalada, que corresponde à vazão de projeto prevista em 1ª etapa, de 4,4 m³/s. O aumento da capacidade de adução até 8,8 m³/s depende do assentamento de novos conjuntos motobombas e da ampliação da adutora de água bruta Santa Helena - Joanes II, cuja capacidade atual é de 3,0 m³/s;
- Santa Helena - Joanes II: o sistema adutor Santa Helena - Joanes II funciona como reforço da vazão regularizada pela represa de Joanes II, dispondo de capacidade para veicular até 3,0 m³/s, conforme acima informado.

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

Esse sistema pode encaminhar aproximadamente 0,2 m³/s para a ETA Suburbana, que atendia áreas dos bairros Valéria e Palestina, em Salvador, além de pequena área no entorno da ETA, em Simões Filho.

A seguir, esses sistemas adutores de água bruta são caracterizados em seus pormenores.

1.4.1 Sistemas Adutores de Água Bruta para as ETAs do Parque da Bolandeira

A **Figura 1.18** apresenta o croqui do Sistema Adutor de Água Bruta do Parque da Bolandeira, mostrando as adutoras de água bruta, sendo uma adutora em FºFº que parte da Represa Ipitanga I, e duas adutoras que partem da Represa Joanes I, em aço e concreto.

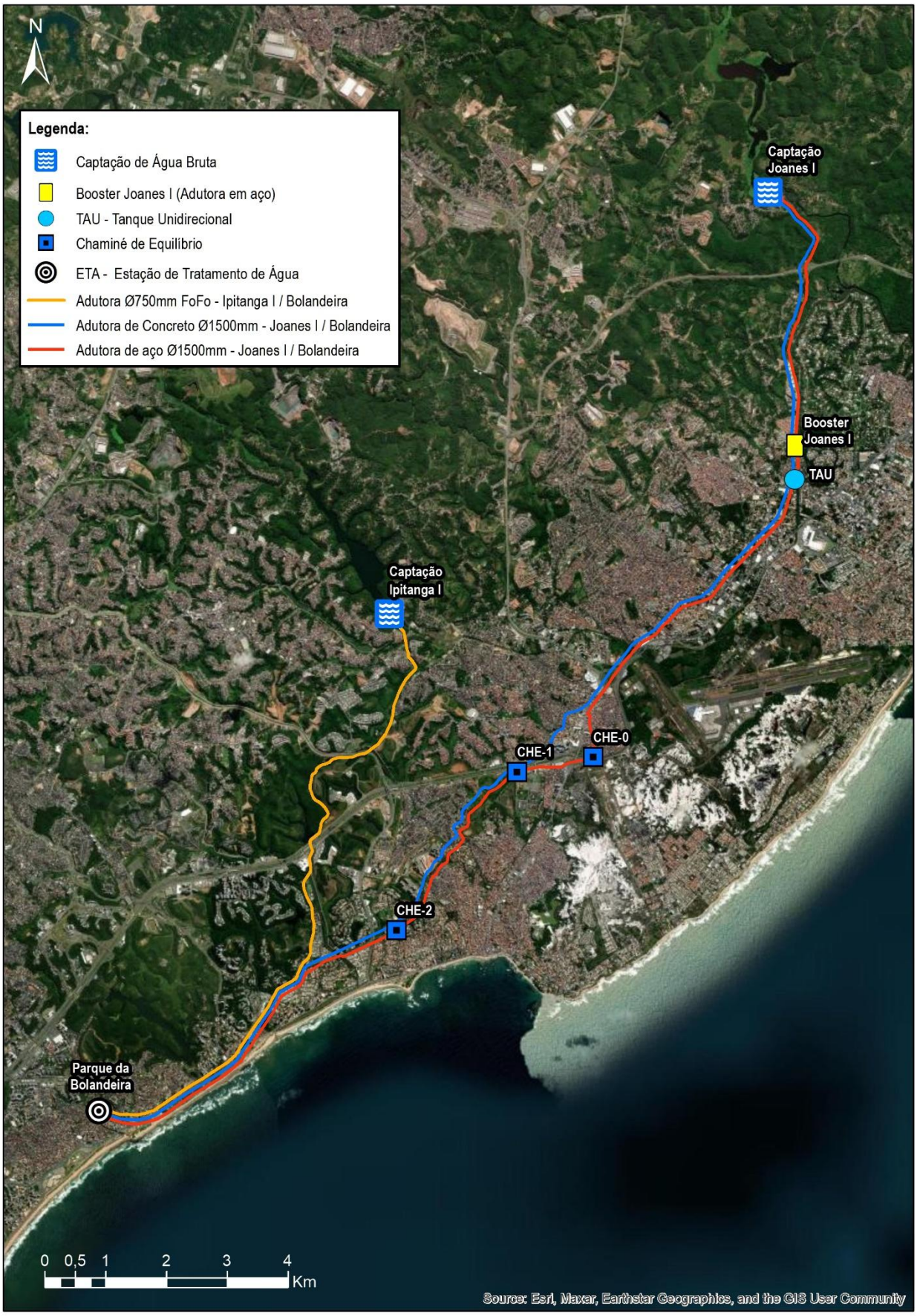


Figura 1.18 – Sistema Adutor de Água Bruta do Parque da Bolandeira
Fonte: Elaborado pela GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024) e PARMS, SIHS (2016).

1.4.1.1 Sistema Adutor Ipitanga I - ETAs do Parque da Bolandeira

A captação na barragem Ipitanga I (**Figura 1.19**) é constituída pelo aproveitamento das duas descargas de fundo, cada uma de DN 450, que se conectam com o barrilete de sucção da estação elevatória situada imediatamente a jusante da barragem, caracterizando um sistema de recalque pressurizado – elevatória tipo *booster*.

Existe interligação das descargas de fundo com a adutora por bombeamento (linha de recalque) logo após o *booster*, constituindo um "by-pass" que possibilita a adução ocorrer no regime hidráulico de conduto forçado por gravidade, com ou sem bombeamento.



Figura 1.19 - Captação da Embasa na represa Ipitanga I
Fonte: PMSBI de Salvador (2023).

A adutora possui 12.400 m de extensão, sendo composta de dois trechos em série: o primeiro, com DN 900 mm e extensão de 2.800 m, em Ferro Fundido Dúctil, com idade inferior a 30 anos; o segundo, com DN 750 mm e extensão de 9.600 m, em Ferro Fundido Cinzento (fora de linha de fabricação), com juntas de chumbo e idade superior a 70 anos. Essa adutora tem sua extremidade final no Parque da Bolandeira, conectando-se à caixa de chegada, de onde as águas são conduzidas para a ETA Vieira de Mello. A conexão com a ETA Teodoro Sampaio verifica-se antes desta caixa, por intermédio de derivação na própria adutora. Na caixa de chegada também afluem as duas adutoras provenientes da represa Joanes I.

A faixa de domínio da adutora vem sendo gradativamente envolvida pela expansão urbana da cidade, existindo trechos com algumas construções implantadas sobre os aterros das valas de assentamento da tubulação. A adutora com DN 750 encontra-se em precário estado de conservação, apresentando vazamentos. A substituição dos tubos antigos por outros novos de maior diâmetro teria a vantagem de diminuir os vazamentos, comuns em tubulações antigas, entretanto poderá requerer, em alguns trechos, o reassentamento de habitações precárias construídas irregularmente ao longo da adutora.

O *booster* dispõe de três conjuntos motobombas (dois previstos para operação simultânea), com as características operacionais mais relevantes apresentadas no **Quadro 1.10**.

Quadro 1.10 - Características Operacionais dos Conjuntos Motobombas

Descrição	Bomba centrífuga		Motores elétricos
Tipo	Tipo 12 – LNH – 17 (Worthington / Dresser)	Tipo 10 – LNH – 18 (Worthington / Dresser)	(General Eletric)
Quantidade	02 (denominadas Bombas 1 e 2)	01 (denominada Bomba 3)	3
Rotor	Tipo B de 14,625'' (diâmetro 371,475 mm)	Tipo B (diâmetro não identificado)	
Rotação (rpm)	1.775	1.775	1.775
Vazão por Bomba (L/s)	570	480	-
Altura Manométrica Total (m.c.a)	37	45	-
Potência por motor (cv)	-	-	400
Frequência (Hz)	-	-	60
Corrente (A)	-	-	540
Tensão (V)	-	-	380
Fator de Serviço	-	-	1,15
Classe de Isolamento	-	-	F

Fonte: Embasa (2014a).

Com base em avaliação de desempenho operacional feita pela Embasa, o sistema opera aproximadamente com as seguintes vazões de escoamento:

- Sem funcionamento do *booster*, escoamento totalmente por gravidade: 380 L/s;
- Com uma bomba em operação no *booster*: 576 L/s;
- Com duas bombas em operação no *booster*: 778 L/s.

A bomba centrífuga 12 – LNH – 17 comporta os diâmetros limites de rotor de 14,5'' (368,3 mm) a 17,5'' (444,5 mm). Os conjuntos motobombas requerem frequentes intervenções de manutenção e apresentam baixo rendimento.

Na chegada da adutora no Parque da Bolandeira, logo à montante da bifurcação para as ETA Teodoro Sampaio e Vieira de Mello, a cota piezométrica tem-se mantido constante, da ordem de 9,12 m (soma da cota topográfica da geratriz superior da tubulação de 4,12 m e pressão de 5,00 m), o que determina as seguintes alturas geométricas:

- Para o N.A máximo na represa (29,30 m): 20,18 m
- Para o N.A mínimo na represa (23,00 m): 13,88 m

Entre as referidas alturas geométricas, o fluxo de água para Bolandeira pode ocorrer em conduto forçado por gravidade. Na faixa de variação dos parâmetros hidráulicos supramencionados, a adução para o Parque Bolandeira com as duas bombas 12 – LNH – 17 em operação simultânea pode produzir vazões variáveis entre 700 L/s e 900 L/s.

A bomba 10 – LNH – 18 pelas suas características construtivas e operacionais, não foi admitida apta para ser utilizada em paralelo com alguma das bombas 12 – LNH – 17 conforme pode ser constatado no comparativo apresentado em seguida, de variação máxima de vazões no intervalo do menor para o maior rotor (considerando as correspondentes "curvas de performance" do fabricante das bombas):

- Bomba 12 – LNH – 17: de 569 L/s para 681 L/s;
- Bomba 10 – LNH – 18: de 417 L/s para 528 L/s.

Na operação da adutora em conduto forçado por gravidade, a depender da cota do N.A na Represa Ipitanga I e do estado de rugosidade do trecho da adutora de DN 750, a adução pode ser efetivada no intervalo de 400 L/s a 500 L/s.

1.4.1.2 Sistema Adutor Joanes I – Bolandeira

O transporte de água bruta da Barragem Joanes I é feito atualmente por duas adutoras que promovem o escoamento num trecho com extensão de cerca de 22 quilômetros para o parque de tratamento de Bolandeira.

Uma das adutoras funciona por gravidade e é composta por tubulação em concreto, com diâmetro de 1.500 mm e vazão de aproximadamente 1,0 m^3/s.

A outra adutora, composta por tubulação em aço carbono, também com diâmetro de 1.500 mm, tem a mesma extensão de 22 quilômetros, com dois trechos distintos. O primeiro trecho opera em conduto forçado por gravidade, perfazendo um percurso de cerca de 4.700 metros desde a captação na barragem até sua conexão a um *booster*, onde tem início o segundo trecho, com funcionamento em conduto forçado por bombeamento. Essa adutora opera com vazão em torno de 2,2 m^3/s, com duas bombas em funcionamento.

A **Figura 1.20** seguir mostra o croqui do Sistema Adutor Joanes I – Bolandeira.

A. Adutora em Concreto

Possui diâmetro de 1500 mm e extensão de aproximadamente 22 km, implantada em 1957, contando mais de 60 anos. Opera em conduto forçado por gravidade com vazão em torno de 1,0 m^3/s, conforme informado pela Embasa. A captação na barragem se dá com nível d'água entre as cotas 16,00 m (cota da soleira do vertedor da barragem) e 12,50 m (nível mínimo operacional). A chegada da adutora no Parque da Bolandeira se dá em uma caixa de recepção com nível d'água operacional na elevação de aproximadamente 9,50 m.

Considerando-se o nível operacional na Barragem Joanes I, elevação 16,00 m, e o nível na chegada no Parque da Bolandeira (Caixa de Recepção), elevação 9,50 m, caracteriza-se um gradiente de energia na adutora de aproximadamente 0,32 m/km. Considerando-se uma rugosidade absoluta média da tubulação de 3,0 mm (como se verá adiante a rugosidade medida na tubulação de aço, mais nova, resultou num valor médio de cerca de 1,5 mm), chega-se a uma vazão de escoamento de aproximadamente 1,07 m^3/s, valor bem próximo do informado pela Embasa. Esta vazão leva a velocidades de escoamento na linha da ordem de 0,6 m/s, valor muito baixo, condicionado pelo pequeno gradiente de energia existente.

Atualmente, a adutora de concreto está bastante desgastada, pela idade, e tem apresentado frequentes problemas de vazamentos por fissuras e outros desgastes. Por ser uma adutora de concreto, existe também grande dificuldade de se realizar manutenções na linha e suas interferências com eventuais obras de infraestrutura urbana, constantes com o crescimento da cidade, tem sido um problema, pela impossibilidade de remanejamento.

Em razão dessas circunstâncias, a Embasa cogita a desativação da adutora. Na sua ausência, a vazão por ela veiculada seria suprida pela adutora de aço carbono que teria sua capacidade de escoamento ampliada, conforme será visto a seguir.

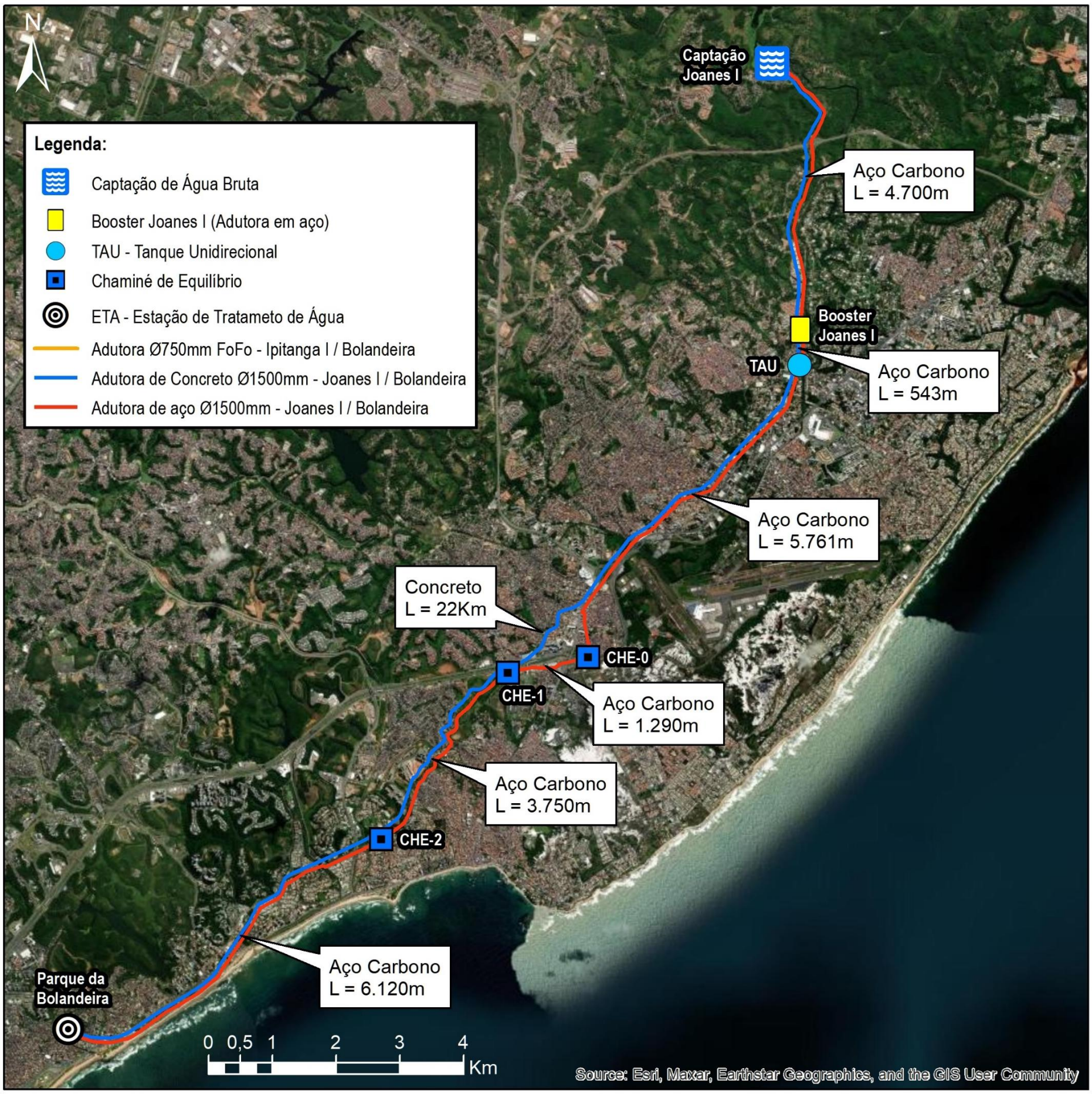


Figura 1.20 - Croqui do Sistema Adutor Joanes I – Parque Bolandeira
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024) e PARMS, SIHS (2016).

B. Adutora em Aço Carbono

Essa adutora possui extensão de aproximadamente 22 quilômetros, com diâmetro de 1.500 mm e espessura da parede 12,7 mm (1/2"). A Adutora opera por recalque, por meio de um *booster* (**Figura 1.21**) situado cerca de 4.700 metros a jusante da captação na barragem onde estão instalados três conjuntos elevatórios sendo um conjunto reserva (**Figura 1.21**).



Figura 1.21 - *Booster* do Sistema Adutor em Aço, com Captação na Barragem Joanes I
Fonte: GEOHIDRO (2014).

A captação na barragem Joanes I se dá com nível d'água normal no entorno da elevação 16,0 m, e com nível mínimo na elevação 14,50 m, portanto dois metros acima do nível mínimo de captação da adutora em concreto.

A seguir apresentam-se as características do sistema:

Nível d'água de Captação Barragem Joanes I:

- N.A. mínimo: 14,50 m;
- N.A. máximo: 18,11 m (nível máximo operacional na barragem);
- N.A. mais frequente: 16,00 m (cota da soleira do vertedor).

Extremidade de Jusante do Recalque:

Entrada abaixo do nível d'água em caixa receptora na entrada das ETAs do Parque da Bolandeira:

- N.A. operacional na caixa ≈ 9,50 m

Linha de Recalque:

- Tubulação em Aço Carbono;
- Extensão: ≈ 21984 m;
- Perfil da Adutora: conforme desenhos em planta e perfil da adutora (projeto elaborado pela TECNOSAN) disponibilizados pela Embasa.

- Características da Tubulação:
  - DI (diâmetro interno) = 1500 mm;
  - ESP (espessura da parede de aço) = 1/2" (12,7 mm).

Dispositivos de Proteção Existentes:

Existem no sistema quatro dispositivos de proteção contra os efeitos dos transientes hidráulicos: um Tanque Unidirecional (One-Way Surge Tank = TAU) e três Chaminés de Equilíbrio (ver perfil, adiante apresentado).

No **Quadro 1.11** a seguir são apresentadas algumas características básicas destes dispositivos, indicadas nos desenhos de projeto.

Quadro 1.11 - Características Básicas dos Dispositivos

Características básicas dos dispositivos	Tanque unidirecional (TAU)	Chaminé de equilíbrio		
		Nº 0	Nº 1	Nº 2
Localização	Estaca 838	Estaca 548	Estaca 505	Estaca 300
Distância da EE (m)	≈ 5.243 m	≈ 11.004 m	≈ 12.294 m;	≈ 15.864 m
Diâmetro interno (m)	5,65 m;	5,00 m	5,00 m	5,00 m
Cota do topo (m)	26,50 m	30,50 m	33,00 m	24,00 m
Cota N.A. máximo (m)	25,32 m	-	-	-
Cota do fundo (m)	16,00 m	-	-	-
Tubulações de ligação	2 condutos DN 700 mm	-	-	-
Cota G.I. adutora na interligação (m)	7,72 m	-	-	-
Cota G.I. tub.entrada (m)	-	17,20 m	15,70 m	7,49 m
Cota G.I. tub. saída (m)	-	15,50 m	13,0 m	5,00 m
Cota terreno (m)	-	19,60 m	18,30 m	-

Fonte: Embasa (2014a).

Medições de Vazão e Caracterização da Rugosidade da Parede da Tubulação:

Em 2013 a empresa Vazão Engenharia elaborou para a Embasa o "Dimensionamento Hidráulico da Nova Estação Elevatória Joanes I – Bolandeira", visando ampliar a capacidade de escoamento da adutora Joanes I – ETAs do Parque da Bolandeira. Neste estudo foram realizadas medições de pressão e vazão na adutora, com o objetivo de se inferir a rugosidade média da parede interna da tubulação.

Foram realizadas duas medições de pressão, na saída do *booster*, com uma e duas bombas em operação. Na **Tabela 1.14** a seguir apresentam-se os dados medidos:

Tabela 1.14 - Parâmetros Medidos em 06/03/2013

Nº de bombas em operação	Vazão na adutora (m³/s)	Pressão na saída do booster (m.c.a.)
1	1,57	15,5
2	2,13	20,0

Fonte: Embasa (2013).

Cota da Tubulação no *booster*: 6,0 m.

A partir das medições, os estudos já referidos concluíram que a rugosidade absoluta média da tubulação é de cerca de 1,5 mm (coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams de aproximadamente 110,8).

Características do *Booster*

O *booster* possui três conjuntos de recalque, sendo um conjunto reserva, com as seguintes características (**Quadro 1.12**):

Quadro 1.12 - Características do *booster*

Discriminação	Características
Bomba:	
Fabricante	Flowserve (antiga Worthington)
Modelo	24 MC-14, rotor "A"
Rotação	585 rpm
Diâmetro do rotor	696,91 mm
Motor:	
Potência Nominal	400 cv

Fonte: Embasa (2014a).

Diagnóstico do Funcionamento do Sistema

No estudo da Vazão Engenharia, o funcionamento do sistema adutor foi analisado a partir de modelação matemática realizada por meio do programa EPANET (programa de domínio público, desenvolvido pelo *Environmental Protection Agency* dos Estados Unidos, para modelação de sistemas sob pressão), considerando-se uma e duas bombas em operação e admitindo-se rugosidade média absoluta da tubulação de 1,5 mm, conforme resultados dos estudos realizados, comentados anteriormente.

Um resumo dos resultados obtidos e o perfil piezométrico do sistema é apresentado na **Tabela 1.15** e na **Figura 1.22**.

Tabela 1.15 - Parâmetros do Escoamento no Sistema Joanes I - Bolandeira

Nº de bombas	N.A. na barragem (m)	Q (m³/s)	V (m³/s)
1	14,50	1,57	0,89
	16,00	1,65	0,93
	18,11	1,77	1,00
2	14,50	2,14	1,21
	16,00	2,20	1,24
	18,11	2,28	1,29

Fonte: Embasa (2013).

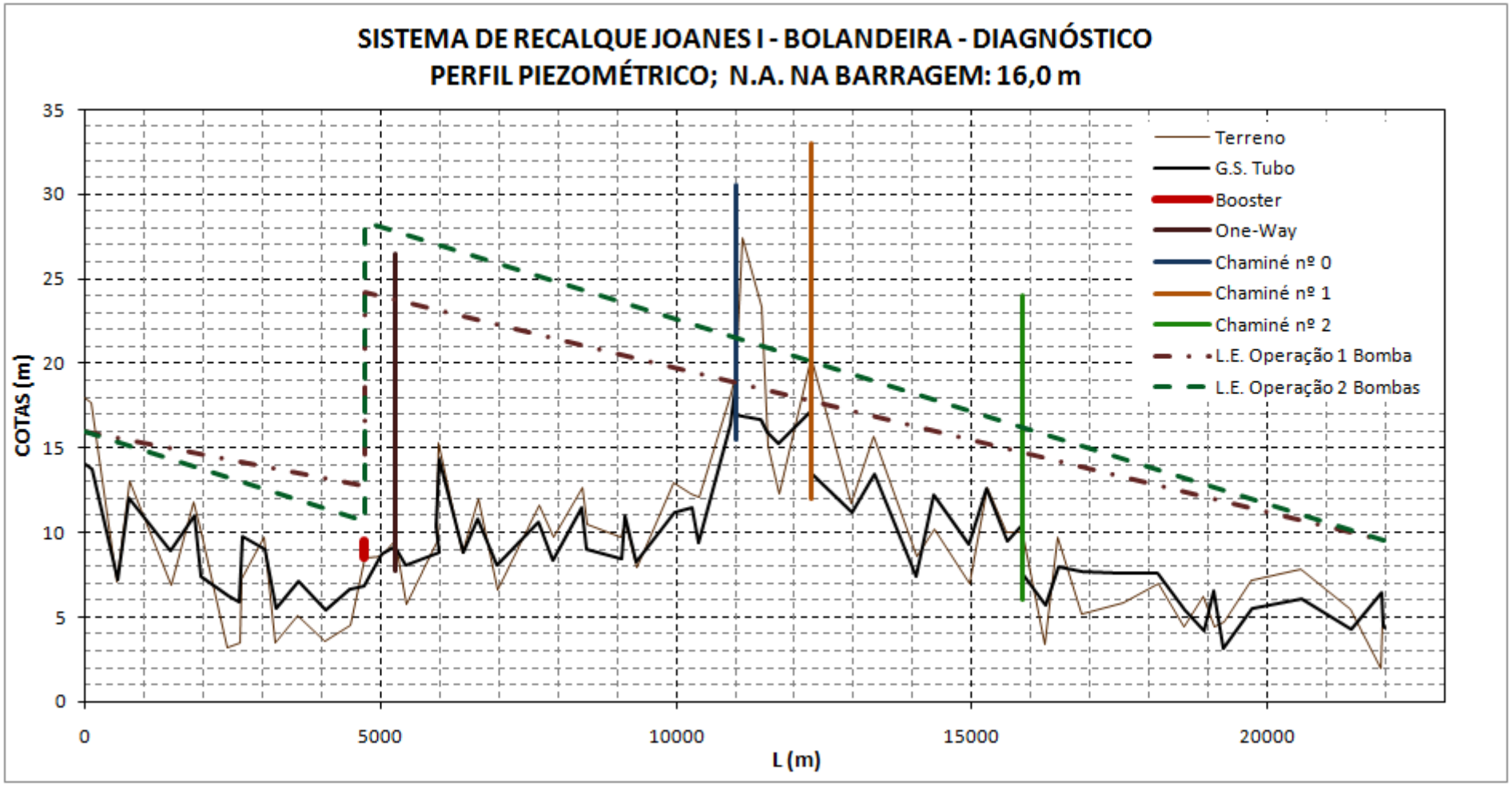


Figura 1.22 - Perfil Piezométrico do Sistema Adutor Joanes I - Bolandeira
Fonte: Embasa (2013).

Os resultados permitem apresentar os seguintes comentários:

- As vazões obtidas por meio das simulações apresentam variação muito pequena em relação aos valores medidos pela Embasa em março de 2013, o que reflete o bom ajuste do modelo e confiabilidade dos resultados obtidos;
- As velocidades de fluxo na adutora são pequenas e indicam boas condições para ampliação da vazão de escoamento no sistema;
- Com a utilização do *booster* torna-se difícil a ampliação da capacidade de escoamento do sistema, pois com vazões maiores veiculadas pela adutora, o gradiente de energia aumentará e haverá corte da tubulação pela linha de energia a montante do *booster*, concluindo-se que a ampliação do sistema requererá a desativação do *booster* e implantação de uma nova estação elevatória junto à barragem.

De acordo com os estudos realizados pela Vazão Engenharia para a Embasa, a capacidade do sistema de adutor Joanes I – ETAs do Parque da Bolandeira poderia ser ampliada para até 3,6 m³/s. A concepção proposta consiste na implantação de uma nova estação elevatória, posicionada ao lado do canal de aproximação do novo extravasor da Barragem Joanes I, que promoverá o escoamento por meio da adutora existente em aço carbono, com uma vazão ampliada de 3,6 m³/s. O *booster* existente seria desativado.

A ampliação da capacidade da adutora de aço tornará possível isolar ou mesmo desativar a adutora existente de concreto, já bastante desgastada pelos quase 60 anos de uso.

A nova estação elevatória terá três conjuntos de recalque implantados em paralelo, sendo que dois deles serão de operação normal e um de reserva. Os conjuntos de recalque serão equipados com conversores de frequência (variadores de velocidade de rotação) que conferirão ao sistema maior flexibilidade operacional permitindo uma variação ampla da vazão de escoamento do sistema. As características das bombas selecionadas podem ser observadas no **Quadro 1.13**. De acordo com representante da Embasa (2024), o projeto executivo da nova EEAB encontra-se em fase de licitação.

Em função da ampliação da capacidade de escoamento da adutora, com consequente elevação das linhas piezométricas, será necessária a adaptação das Chaminés de Equilíbrio existentes, com reformulação do sistema de proteção da adutora contra os efeitos do golpe de aríete.

Quadro 1.13 - Características das Bombas Selecionadas

Características	Bombas Selecionadas
Ponto de Seleção:	
Vazão total	3,60 m³/s
Vazão por Bomba	1,80 m³/s (6.480 m³/h)
Altura Manométrica	59,60 m.c.a
Bomba Selecionada:	
Nº de conjuntos	3 (sendo um reserva)
Tipo	Bomba centrífuga de eixo vertical prolongado, submersível, com dupla sucção e dupla voluta
Fabricante	Flowserve
Modelo	24 QL – 27 rotor "A", 1175 rpm
Diâmetro do rotor	aproximadamente 25 polegadas
Motores:	
Potência	1800 CV
Nº de polos	6
Rotação	1200 rpm

Fonte: Dimensionamento Hidráulico da Nova Estação Elevatória Joanes I – Bolandeira, Vazão Engenharia. Embasa (2013).

Com a utilização de conversores de frequência elétrica será possível proporcionar uma variação da vazão recalcada pelo sistema desde aproximadamente 1,3 m^3/s até 3,7 m^3/s, sempre com duas bombas em operação. Essa faixa de vazões proporciona uma maior flexibilidade operacional ao sistema.

A nova estação elevatória terá conjuntos de recalque de eixo vertical prolongado, implantados sobre uma plataforma a ser executada numa derivação do canal de aproximação do novo extravasor da barragem Joanes I.

A primeira etapa do empreendimento, que envolve a parte de obra civil da nova estrutura com previsão de conclusão em 2022, foi iniciada em outubro de 2020, conforme ilustrado na **Figura 1.23**, mas posteriormente interrompida, assim permanecendo até o presente momento.



Figura 1.23 - Construção da nova elevatória próximo à barragem de Joanes I
Fonte: Embasa *apud* G1 (2021).

1.4.2 Sistemas Adutores de Água Bruta para a ETA Principal

A ETA Principal recebe água bruta de três mananciais: a represa Pedra do Cavalo, a represa Joanes II e a represa Santa Helena. Esta última funciona como um reforço da vazão captada no reservatório Joanes II. Portanto, tem-se três sistemas adutores de água bruta contribuindo para a vazão produzida na ETA Principal.

A **Figura 1.24** apresenta o croqui esquemático desses sistemas adutores, e a seguir são apresentadas as informações de cada sistema.

1.4.2.1 Sistema Adutor Pedra do Cavalo - ETA Principal

As principais unidades que compõem o Sistema Adutor Pedra do Cavalo - ETA Principal são: estação elevatória EEAB, que realiza a captação; adutora por recalque e sua chaminé de equilíbrio; canal adutor e adutora por gravidade. Estas unidades, comentadas a seguir, estão ilustradas na **Figura 1.25**.

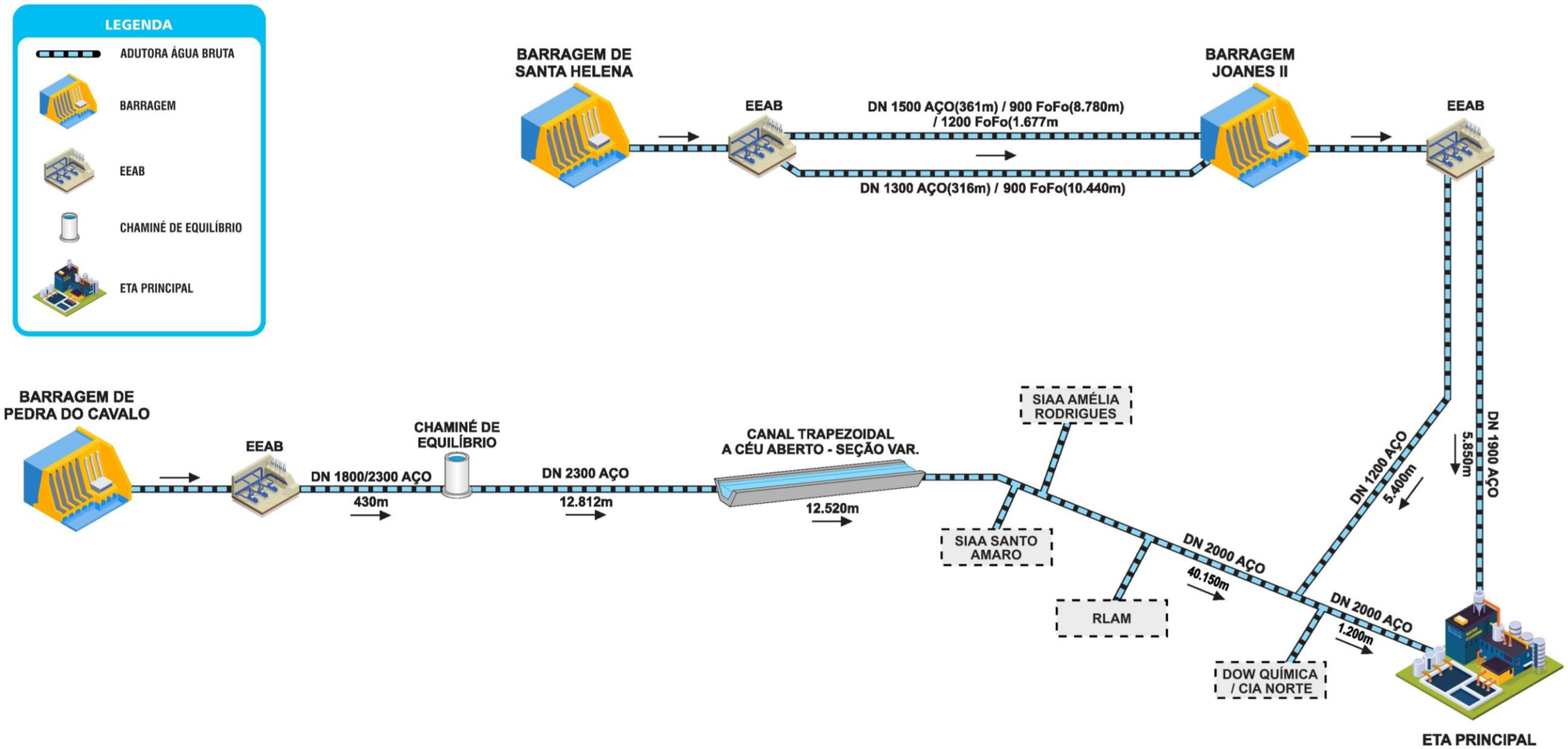


Figura 1.24 - Sistema Adutor de Água Bruta da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

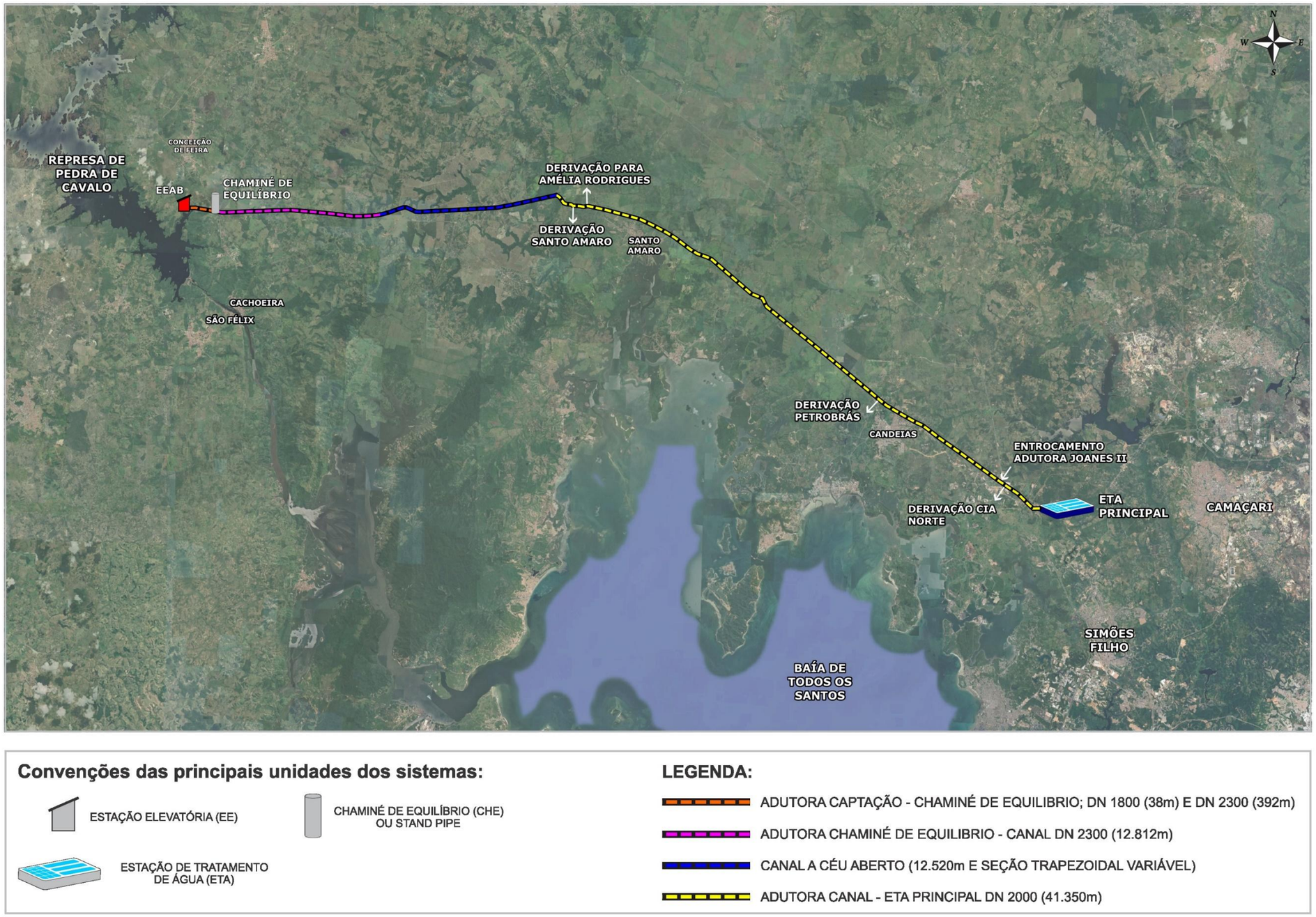


Figura 1.25 - Sistema Adutor de Pedra do Cavalo
Fonte: GEOHIDRO (2025).

A. Estação Elevatória EEAB

Implantada na margem esquerda da represa de Pedra do Cavalo, coordenadas UTM 500.430 W; 8.613.600 S, a Estação Elevatória EEAB (visualizada na **Figura 1.26**, juntamente com outros componentes do sistema adutor: Adutora por Recalque, Chaminé de Equilíbrio e Subestação) é do tipo poço seco e foi concebida com espaço interno disponível para abrigar dez conjuntos elevatórios do modelo EBARA 900 x 600 VDM, com conformação vertical e potência de 5.000 Cv.



Figura 1.26 - Vista panorâmica da Estação Elevatória EEAB e das estruturas subsequentes
Fonte: Embasa (2017).

A Estação Elevatória, que também funciona como captação, compreende uma ampla edificação, com altura equivalente a um edifício de 10 pavimentos, onde situam-se as bases dos conjuntos motobomba, e os correspondentes barriletes de sucção e de recalque, que se conectam, em nível superior, com as adutoras (linhas de recalque) que constituem o primeiro trecho do sistema adutor de água bruta.

O local da captação situa-se no município de Conceição de Feira, a uma distância da ordem de 5.000 m em relação à barragem, considerada em linha reta, e abrange uma área com topografia acidentada, o que constituiu uma condição favorável à sua implantação devido às expressivas variações do nível de água na represa. Em vários pontos no entorno do local a rocha gnáissica sã apresenta-se na superfície do terreno. A uma certa distância, em terreno menos acidentado, encontra-se a subestação abaixadora de tensão que atende as necessidades de energia elétrica da elevatória de água bruta.

A captação foi prevista para uma variação do nível de água entre as cotas 105,00 m (N.A. mínimo) e 124,17 m (N.A. máximo), correspondente a uma depleção de 19,17 m, que justifica a expressiva altura da Estação Elevatória. A cota 120,00 m é a máxima operacional (em operação regular esta cota não deverá ser ultrapassada, mediante controle das comportas), mantendo-se disponível o volume entre as cotas 120,0 m e 124,0 m (máxima *maximorum*) para controle de cheias, para evitar inundações à jusante da barragem nas cidades de Cachoeira e São Félix.

O N.A. mínimo (cota 105,00 m) foi definido considerando o volume útil requerido na represa para o fim de regularização da vazão destinada ao abastecimento público de água. A cota de N.A. máximo (124,17 m) condiz com a necessidade de se contar com um determinado volume útil na represa, sempre disponível, para o controle de inundações a jusante da barragem.

A captação e estação elevatória foram construídas à margem de um córrego, afluente do Rio do Saco, contribuinte do Rio Paraguaçu – corpos hídricos parcialmente inundados com a formação da represa. A estrutura da Captação / Estação Elevatória é de concreto armado. O lado da estrutura que tem interface com a massa de água da represa é que constitui a captação da represa de Pedra do Cavalo propriamente dita pelo fato de dispor dos elementos construtivos que permitem a chegada de água na sucção das bombas centrífugas. Nesse lado, e ao longo dele, desenvolve-se o sistema de tomada de água da represa, denominado de "Ala de Tomada", constituído de dez aberturas em formato de "Sinos", com soleiras na cota 100,99 m, protegidas por grades de barras, com espaço livre de 7,05 cm entre barras.

Depois das grades de barras situam-se as ranhuras, guarnecidas por guias, destinadas ao recebimento dos stop-logs, para o bloqueio do acesso de água quando necessário. Os "Sinos" de acesso da água estão diretamente conectados às linhas de sucção, as quais são constituídas de válvula borboleta, junta de montagem e redução de acoplamento com a abertura de sucção de cada bomba centrífuga.

Em cota superior à "Ala de Tomada", encontra-se uma ponte rolante com capacidade operacional de 3,0 t, para manuseio e movimentação de grades, stop-logs e válvulas borboleta de sucção. O deslocamento da ponte rolante ocorre sobre trilhos sustentados por vigas apoiadas nos balanços (consoles) dos pilares situados na "Ala de Tomada", simetricamente no sentido longitudinal.

Na 1ª etapa de implantação foram instaladas quatro unidades de bombeamento (**Figura 1.26**). Suas características estão apresentadas no **Quadro 1.14**.

Os ramais de descarga das bombas se entroncam em três barriletes situados em um piso na cota 121,40 m, sendo um barrilete para cada etapa, os quais são conectados às adutoras de recalque que recalcam a água para a chaminé de equilíbrio.

Quadro 1.14 - Características das Bombas da Captação de Pedra do Cavalo

Discriminação	Características
Bomba:	
Marca	EBARA (3 bombas + 1 reserva)
Modelo	900 x 600 V.D.M.
Vazão	9.100 m³/h
Pressão	121,5 m
Motor:	
Fabricante	BBC (AAB)
Modelo	QWV 900 AB 8
Potência	3730 kW
Tensão	13.200 Volts
Rotação (rpm)	887
Proteção	54
Fator de potência	0,9

Fonte: Embasa (2014a).

Para a condição de N.A. médio na sucção, as bombas têm condições de recalcar, com uma única adutora (implantada em 1ª etapa), as vazões informadas na **Tabela 1.16**.

Tabela 1.16 - Vazões Recalcadas pela Estação de Pedra do Cavalo

Número de bombas	Vazão (m³/s)	
	Total	Por bomba
1	2,83	2,83
2	5,20	2,60

Número de bombas	Vazão (m³/s)	
	Total	Por bomba
3	7,20	2,40
	8,90	2,22

Fonte: Embasa (2014a).

Até o último trimestre do ano de 2005, a EEAB operava com três conjuntos em paralelo no período fora de ponta (21 às 18h) e com apenas um conjunto no período de ponta (18 às 21h). Durante os meses de maior demanda do sistema (dezembro e fevereiro), normalmente havia a necessidade de colocar em operação o segundo conjunto no período de ponta.

Em 2009, a Embasa ampliou a capacidade de adução da estação elevatória. Entretanto, face a dificuldades de negociação junto ao fornecedor da bomba EBARA 900 x 600 VDM, adotou-se uma solução alternativa, que consistiu na instalação de duas bombas da marca WORTHINGTON, tipo bipartida, modelo 16 LN 35, com rotor de 32", cujo corpo já era de propriedade da Embasa, tendo esta apenas adquirido o conjunto girante e demais acessórios, além de motor elétrico WEG de 2.100 Cv, com rotação de 1.175 rpm.

Quando operando em paralelo, os dois novos conjuntos praticamente equivalem a um conjunto da EBARA. Esse acréscimo conferiu maior garantia de abastecimento para a estação, pois permitiu ao sistema operar com o equivalente a quatro equipamentos da EBARA em paralelo, ficando outro de reserva, e proporcionou uma maior flexibilidade operacional ao sistema, pois permite a operação da elevatória em situações intermediárias, com apenas uma bomba WORTHINGTON em paralelo com outras EBARA.

Na **Figura 1.27,** pode-se visualizar os motores dos quatro conjuntos da EBARA, que estão instalados em piso com cota superior à do piso onde estão assentadas as suas bombas. Neste mesmo piso de motores foram instalados os conjuntos motobombas da WORTHINGTON. Em razão da configuração dos conjuntos da WORTHINGTON, cada um deles ocupa o espaço correspondente a dois conjuntos da EBARA, de modo que atualmente estão disponíveis na estação apenas dois dos dez espaços para bombas previstos originalmente. O suprimento de energia para a Estação Elevatória é efetuado por meio de uma Subestação Abaixadora, a qual opera com tensões de 230 kV/13,8 kV e com potência máxima de 70 MVA.



Figura 1.27 - Vista do piso de motores da EEAB
Fonte: GEOHIDRO (2016).

B. Adutora por Recalque e Chaminé de Equilíbrio

A interligação entre a Estação Elevatória e a Chaminé de Equilíbrio é feita por adutora em aço carbono com diâmetros em série de 1.800 mm (38 m) e 2.300 mm (392 m) perfazendo uma extensão total de 440 m, vencendo um desnível de 70 m.

A Chaminé de Equilíbrio foi implantada com o propósito principal de proteger a adutora em ocasiões de ocorrência dos transientes hidráulicos. Esta unidade foi construída em concreto armado, tendo forma cilíndrica, com 12,50 m de diâmetro e 24 m de altura, apoiada sobre uma estrutura de 16,00 m de altura, que dá abrigo a um barrilete de manobra com tubulação de 2.300 mm. A Chaminé de Equilíbrio opera com níveis entre as cotas 224,00 m e 235,00 m, tendo o seu topo na cota 236,00 m.

A elevatória atualmente não funciona durante o período de pico de demanda de energia, entre 18 e 21 horas, a fim de reduzir o acréscimo de custo das tarifas de energia elétrica cobradas pela Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA) neste período. Durante esse intervalo o canal funciona como reservatório de compensação, o que se torna possível devido ao aumento de suas dimensões no trecho final que antecede o início da adutora por gravidade, possibilitando um armazenamento de 97.000 m³, que garante o funcionamento da adutora por gravidade durante 3,85 horas durante o intervalo de parada das bombas.

Em decorrência de estudos de otimização, conforme anteriormente mencionado, o quinto CMB previsto foi substituído pela aquisição de dois CMB de eixo horizontal modelo 16 LN 35, da marca WORTHINGTON, com rotação de 1.175 rpm, acionados por motores de 2.100 HP de eixo vertical.

A **Figura 1.28**, a **Figura 1.29** e a **Tabela 1.17** apresentam as condições operacionais das bombas.

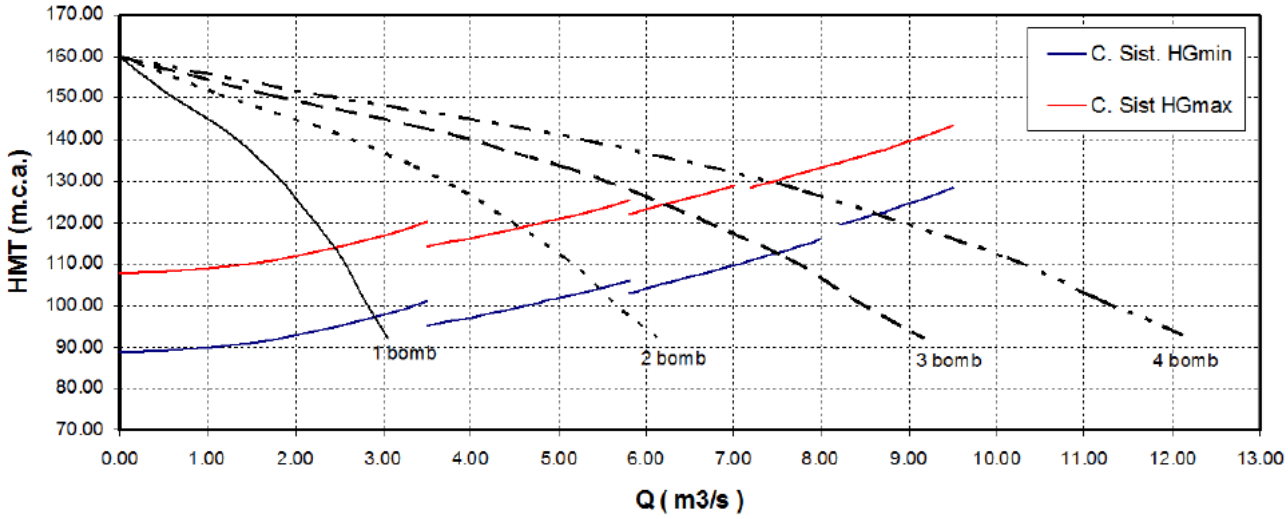


Figura 1.28 - Condições Operacionais das Bombas EBARA na elevatória de Pedra do Cavalo
Fonte: Embasa (2014a).

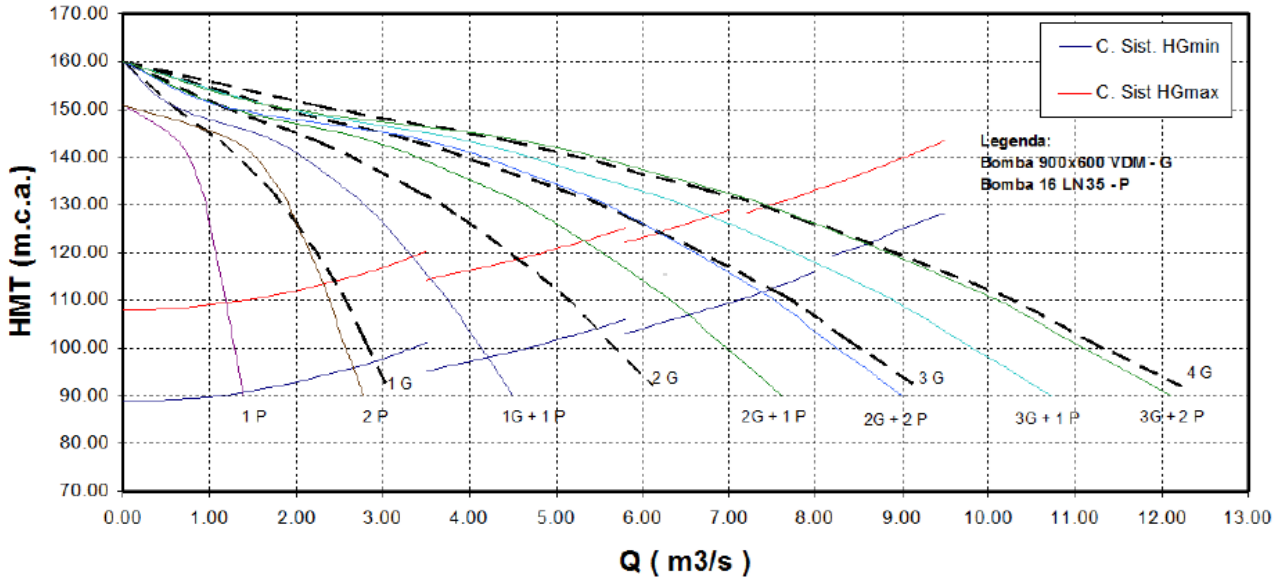


Figura 1.29 - Associação de duas bombas 16LN35, funcionando isoladamente ou em paralelo com as bombas EBARA
Fonte: Embasa (2014a).

Tabela 1.17 - Condições Operacionais das Bombas de Eixo Horizontal Associadas às Bombas EBARA

Número de bombas	HG (m)	Q total (m³/s)	HMT (m.c.a.)	P total (kW)	Bombas Ebara 900x600 VDM					Bombas Flowserve 16 LN 35				
					Q (m³/s)	Rendimento (%)	POT. (kW)	NPSH r (m.c.a.)	NPSH d (m.c.a.)	Q (m³/s)	Rendimento (%)	POT. (kW)	NPSH r (m.c.a.)	NPSH d (m.c.a.)
1G	máx.	2,4	113	2.960,60	2,4	91	2.920,60	7	12,6	-	-	-	-	-
	min.	2,9	97	3.080,20	2,9	89,5	3.080,20	9,5	31,7	-	-	-	-	-
2G+1P	máx.	5,3	123	7.199,10	2,13	89	2.884,80	6	12,7	1,04	87,7	1.429,40	7	8,8
	min.	6,6	106,5	7.680,50	2,7	90,5	3.113,80	8	31,7	1,2	86,2	1.452,90	7,6	27,9
2G+2P	máx.	6,2	124,5	8.537,80	2,08	89	2.851,50	5,8	12,7	1,02	87,8	1.417,40	7	8,8
	min.	7,38	112	9.082,70	2,45	91	2.955,10	7,2	31,8	1,24	85,8	1.586,30	7,8	27,9
3G	máx.	6,38	123,5	8.669,30	2,13	89	2.889,80	6	12,7	-	-	-	-	-
	min.	7,46	112,3	8.997,80	2,48	91	2.999,30	7,2	31,8	-	-	-	-	-
3G+1P	máx.	6,8	127,8	9.730,00	1,94	87,5	2.776,80	5	12,7	0,98	87,7	1.399,50	6	8,8
	min.	8,15	117	10.371,70	2,33	90,5	2.952,00	6,7	31,8	1,15	87	1.515,60	8,1	27,9
4G	máx.	7,45	130	11.021,60	1,86	86	2.755,40	5	12,7	-	-	-	-	-
	min.	8,62	122,5	11.471,40	2,15	90	2.867,90	6,2	27,7	-	-	-	-	-
3G+2P	máx.	7,46	130	11.016,60	1,87	86	2.770,20	5	12,7	0,93	87,1	1.353,00	5,8	8,8
	min.	8,62	122,5	11.550,00	2,15	90	2.867,90	6,2	27,7	1,08	87,6	1.473,20	7,2	28

Fonte: Embasa (2014a).

A adução entre a chaminé de equilíbrio e o canal ocorre por meio da tubulação de aço carbono, também com diâmetro de 92" (DN 2300), espessura de chapa de 3/4", tendo 12.812 m de extensão, sendo 12.012 m em tubulação enterrada e 800 m em trechos aéreos.

Para o funcionamento da elevatória na condição de fim de plano originalmente prevista no projeto, com três adutoras e oito conjuntos motobombas em operação simultânea, a capacidade de bombeamento em função do nível de água na represa é apresentada na **Tabela 1.18**. Atualmente essa condição é meramente ilustrativa, uma vez que a avaliação hidrológica mais recente desenvolvida no PARMS 2016, considerando os múltiplos usos da represa, revela que a disponibilidade indicada no projeto não se configura realista para a consecução das demais etapas concebidas.

Tabela 1.18 - Capacidade de captação da elevatória de água bruta, conforme projeto

Cotas do N.A. na represa	Capacidade de bombeamento (m³/s)
105,0 (N.A. mínimo)	19,025
110	19,750
115	20,450
120,0 (Max. abastecimento)	21,050
124,17 (Max. *Maximorum*)	21,575

Fonte: Projeto Executivo do Sistema Adutor Pedra do Cavalo. Desenvale (1981).

C. Canal Adutor

O Canal Adutor foi implantado para conduzir a vazão de final de plano prevista no projeto original do Sistema Adutor Pedra do Cavalo, ou seja, 21 m³/s. O canal funciona a céu aberto e possui extensão de 12.520 m, com seção trapezoidal variável, sendo constituído por seis subtrechos interligados por sifões invertidos.

Originalmente o canal foi construído com paredes impermeabilizadas com mantas de Bidim e PVC e revestidas por colchões de gabiões, com função de proteção mecânica das mantas.

Atualmente encontram-se concluídas as obras de melhorias do Canal Adutor de água bruta de Pedra do Cavalo, as quais consistem em duas intervenções principais. Uma delas é a instalação da segunda tubulação, DN 2100 (**Figura 1.30**), em cada um dos cinco sifões invertidos existentes no canal, possibilitando o atendimento de vazões até 21 m³/s, correspondente à máxima prevista no projeto da Tecnosan. Todos os 5 sifões foram interligados, permitindo maior possibilidade de manobras operacionais no Canal. Além disso, encontra-se concluída a primeira fase de melhoria do revestimento do canal (**Figura 1.31**), que foi impactado ao longo dos anos por atos de vandalismo envolvendo roubo de tela e pedras dos gabiões, além de erosão e crescimento excessivo de vegetação. O procedimento tecnológico utilizado consiste no recobrimento dos taludes em gabião existentes com placas de concreto armado, sobre as mantas de impermeabilização, estando no presente momento concluído em cerca de 30% da extensão do canal. Esta primeira fase da obra consistiu em substituir o trecho de 4 km iniciais do canal, cuja velocidade da água é maior, por placas de concreto, de forma a reconstituir a seção do canal, a sua capacidade de adução e a estabilidade. O trecho restante é objeto de licitação próxima. As imagens seguintes ilustram as obras objeto destas intervenções.

O controle de vazão do canal é feito por meio de medidor do tipo Parshall, instalado no início do Canal.

Além de realizar a adução da água até a adutora por gravidade, o canal funciona como um reservatório de compensação, que tem a capacidade de armazenar cerca de 97.000 m³. Este volume permite uma autonomia da ordem de 3,85 horas para alimentação da ETA, sem a operação da elevatória EEAB. Desta forma, é possível evitar a operação no horário de pico de energia elétrica, isto é, entre 18 e 21 horas.



Figura 1.30 - Instalação do trecho do 2º sifão invertido



Figura 1.31 - Melhoria do revestimento do canal

Fonte: Embasa (2024).

D. Adutora por gravidade Canal - ETA Principal

A adutora do trecho Canal - Estação de Tratamento Principal compreende uma tubulação de aço carbono, com diâmetro de 2.000 mm. A extensão total da adutora é de 41.350 m, sendo 32.758 m em tubulação enterrada e 8.592 m em trecho aéreo. Esta adutora funciona como conduto forçado por gravidade, alimentando a ETA Principal, que está localizada nas proximidades da localidade de Menino Jesus.

De acordo com o estudo hidráulico de concepção para Implantação do *Booster* na Adutora, no trecho entre o Canal e a ETA, o sistema adutor possui três derivações: derivação para Santo Amaro/Amélia Rodrigues (que se situam muito próximas uma da outra), derivação para atendimento das demandas industriais da Refinaria de Mataripe (antiga RLAM/Petrobrás, atualmente privatizada e sob administração da ACELEN), e derivação para a DOW Química. Cabe destacar que a derivação para suprimento de Amélia Rodrigues será fechada e o abastecimento deste sistema passará a ser feito por meio de captação direta no Canal Adutor (Embasa, 2020).

Nessa adutora foi previsto, também, uma descarga em ponto baixo para alimentar o rio Joanes, com vazão máxima de 7 m^3/s. A interligação, até o momento inoperante, permitiria desviar, em condições especiais, as águas de Pedra do Cavalo para o sistema do rio Joanes, seja para abastecimento doméstico de Salvador, por meio do parque de tratamento de Bolandeira, ou para o abastecimento industrial do CIA e Complexo Petroquímico de Camaçari. Essa operação somente seria necessária na hipótese de redução de vazão da ETA Principal ou colapso dos mananciais dos rios Joanes e Jacuípe.

A ETA Principal, destinada inicialmente a tratar as águas do rio Paraguaçu, também recebe as contribuições da represa Joanes II e de Santa Helena, por intermédio da E.E. existente na Represa Joanes II. Após a ETA desenvolve-se o sistema de água tratada, que abastece a maior parte da cidade de Salvador.

E. Implantação de Booster na Adutora de Pedra do Cavalo

Em 2020, foi contratado pela Embasa, e elaborado pela empresa Vazão Engenharia, o Estudo Hidráulico de Concepção para Implantação de *booster* na Adutora de Pedra do Cavalo, com o objetivo de aumentar a capacidade de escoamento da adutora para operar com vazões variando de 7,4 m^3/s a 10 m^3/s. Foram avaliadas três alternativas de posicionamento do *booster*, sendo considerado como mais vantajoso o ponto situado a 30.560 metros da saída no canal.

Nessa concepção, o *booster* conta com 4+1 conjuntos (quatro conjuntos de operação normal, em paralelo, mais um conjunto reserva), equipados com conversor de frequência. A bomba selecionada foi a Flowserv, 750-LNE-1050, 710 rpm. A potência consumida por cada bomba é de 2728 cv.

Vale destacar que o Projeto Básico de Engenharia para Implantação do *Booster* da Adutora de Água Bruta (AAB) de Pedra do Cavalo (SIAA de Salvador), RMS, Santo Amaro e Saubara – Bahia, está sendo elaborado

por meio do contrato nº 460020275/2023, firmado entre a Embasa e a empresa Sanescon Projetos e Consultoria, com prazo prorrogado até novembro de 2024. Esse projeto deverá compreender, entre outros quesitos, o detalhamento do projeto hidráulico e especificações técnicas do Booster de Pedra do Cavalo (de acordo com o estudo realizado) e a avaliação hidráulica da adutora de água bruta.

1.4.2.2 Sistema Adutor Joanes II - ETA Principal

A captação na represa de Joanes II está localizada no município de Camaçari, à margem direita do lago, coordenadas UTM 562.800 W; 8.598.800 S, junto à estação elevatória de recalque para a ETA Principal. A captação/elevatória consiste em uma plataforma de concreto construída na margem do lago para abrigar até oito conjuntos motobombas de mesma capacidade, sobre a qual estão montados atualmente quatro conjuntos motobombas de eixo vertical, expostos ao tempo, conforme ilustra a **Figura 1.32**. Atualmente, a EEAB capta água da cota 24,90 m até a cota 30,50 m.



Figura 1.32 - Vista da captação/elevatória do sistema adutor Joanes II – ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).

A concepção inicial do sistema adutor para a ETA Principal admitia, na etapa final, a instalação de 8 conjuntos motobombas (sendo um reserva) e duas adutoras em paralelo, para recalque da vazão de 8,80 m³/s. A implantação seria feita em três etapas parciais, com vazões de 2,30 m³/s, 5,30 m³/s e 8,80 m³/s.

Inicialmente foi implantada uma adutora de DN 1200, em ferro fundido, com extensão de 5.400 m, apresentando as seguintes particularidades:

- Parte da tubulação (da ordem de 2.000 m) foi aproveitada de antiga adutora, desativada, de Joanes II para o CIA/Norte (que antecedeu o atendimento atual pela adutora de Pedra do Cavalo);
- A adutora não foi entroncada na ETA Principal, mas sim na adutora de água bruta de Pedra do Cavalo, cerca de 1.200 m antes da chegada na ETA Principal.

Esta última particularidade determinou no trecho considerado um regime hidráulico indefinido, proveniente da combinação de regime por gravidade com regime por bombeamento.

A adutora DN 1200 comportava chaminé de equilíbrio, que foi desativada por problema estrutural, sendo posteriormente recuperada. Com esta adutora foi cumprida a etapa de 2,30 m³/s.

Tendo em vista a ampliação do sistema adutor Joanes II – ETA Principal, em 2007, a Embasa contratou a empresa GEOHIDRO para elaboração do Projeto Básico de Ampliação do Sistema Adutor de Água Bruta Joanes II / ETA Principal. Nesse projeto foi concebida uma segunda adutora, em aço, DN 1900 e extensão de 5.850 m, sendo revisadas as etapas de adução para a ETA Principal, conforme a seguir:

- A primeira etapa atende a vazão de 4,40 m³/s, somente utilizando a adutora de DN 1900; e
- A última etapa prevê o funcionamento em paralelo da nova adutora (DN 1900) e da antiga adutora (DN 1200), a ser reativada, com capacidade para aduzir 8,80 m³/s, sendo 2,55 m³/s pela linha DN 1200 e 6,25 m³/s pela linha DN 1900.

A utilização dos conjuntos motobombas na estação elevatória será progressiva, em conformidade com as etapas estabelecidas, podendo inclusive ocorrer diversificação na utilização dos referidos conjuntos, em razão do escalonamento de adução efetivamente requerido.

A primeira etapa desse projeto foi implantada e encontra-se em operação desde dezembro de 2013, com capacidade para veicular 4.400 L/s. Nessa etapa, somente está sendo usada a adutora DN 1900, cujo traçado segue, na maior parte do seu percurso, em paralelo à dutovia da Braskem. A antiga adutora DN 1.200 com cerca de 5.400 de extensão, interligando a EEAB Joanes II à Adutora de Pedra do Cavalo, não atenderá a primeira etapa do sistema, permanecendo desativada. Na segunda etapa, essa adutora será aproveitada integralmente, sendo prolongada em 1.200 m de tubulação em aço carbono de DN 1.500, entre o ponto de entroncamento com a adutora de Pedra do Cavalo e a ETA Principal. A interligação da antiga adutora com a adutora de Pedra do Cavalo será desativada. Na segunda etapa, a vazão total do sistema será aumentada para 8,80 m³/s, correspondente à expectativa de retirada futura da represa Joanes II, com o devido reforço da transposição da barragem de Santa Helena.

Por meio da Licitação nº 014/2023, a Embasa solicitou a contratação do detalhamento da complementação da AAB existente, bem como a elaboração do projeto elétrico e de automação da ampliação da EEAB do Joanes II. Dessa forma, o Projeto Básico de Engenharia do Trecho Complementar da AAB Joanes II – ETA Principal e Ampliação do Sistema Elétrico EEAB do Joanes II se encontra em elaboração por meio do contrato nº 460020275/2023, que contempla diversos projetos básicos para complementação da ampliação do SIAA de Salvador.

Cabe observar que a vazão prevista em 2ª etapa (8,80 m³/s) dependerá da ampliação do sistema adutor Santa Helena / Joanes II, cuja capacidade atual, cerca de 3,0 m³/s, somada à vazão disponível em Joanes II, é ainda insuficiente para possibilitar bombeamento dessa magnitude. O projeto de ampliação do sistema adutor Santa Helena / Joanes II é discutido no item 1.4.2.3.

Na configuração atual, a captação/estação elevatória de água bruta dispõe de 4 conjuntos motobombas com as seguintes características (**Quadro 1.15**).

Quadro 1.15 - Dados das Bombas de Captação na Represa Joanes II

Discriminação	Características
Bomba:	
Fabricante	Worthington – Dresser
Tipo	Vertical com dupla sucção
Modelo	24 QL 34
Rotação	1.185 rpm

Discriminação	Características
Diâmetro do rotor	748 mm
Diâmetro flange descarga	600 mm
Motor:	
Fabricante	WEG
Tipo:	Assíncrono
Potência nominal	2 motores com 2250 CV / 2 motores com 2500 CV
Número de polos	6
Tensão	4.000 V

Fonte: Embasa (2014a).

A situação atual corresponde à primeira etapa do projeto supramencionado e tem por objetivo aduzir uma vazão média de 4.400 L/s, com os quatro conjuntos instalados. A segunda etapa prevê a aquisição gradativa de outros quatro conjuntos idênticos, de modo a completar a capacidade da elevatória, totalizando 8.800 L/s.

Na primeira etapa verificou-se que três bombas em paralelo fornecem uma vazão um pouco inferior à vazão de referência de 4.400 L/s, com válvulas de descarga totalmente abertas. Nesta condição, os motores funcionarão com potência acima da potência nominal de 2.250 CV, não ultrapassando, no entanto, 5% acima da potência nominal (acréscimo atendido pelo fator de serviço). Para não ocorrer sobreaquecimento do motor, o projeto recomendou a troca dos motores de 2.250 CV por outros com potência de 2.500 CV. Atualmente dois dos quatro conjuntos contam com motores de 2.500 CV, permanecendo os outros dois com motores de 2.250 CV.

O funcionamento de 4 bombas em paralelo fornecerá uma vazão entre 5.251 e 5.504 L/s, suficiente para cobrir as necessidades do fim da 1ª Etapa (4.400 L/s).

Na segunda etapa do projeto, com a reativação da adutora de 1.200 mm, sete bombas em paralelo fornecerão a vazão média de cerca de 8.659 L/s, inferior à vazão de referência de 8.800 L/s prevista para o fim da 2ª Etapa.

Para atingir a vazão de 10.000 L/s recomendada pela Embasa para fim de plano, procurou-se aumentar o diâmetro do rotor das bombas. Verificou-se que o rotor necessário para fornecer esta vazão, com sete bombas em paralelo, resultaria em uma potência requerida em torno de 2.800 CV, acima da potência nominal de 2.500 CV, prevista para os motores na primeira etapa.

Verificou-se também que, com sete ou oito bombas em paralelo e rotores maiores que os existentes, haveria transbordamento de água pelo topo da chaminé, não sendo recomendado, portanto, a troca de rotores das bombas para atingir a vazão de 10.000 L/s.

De acordo com estudo contratado pela Embasa, com a empresa Vazão Engenharia, para atingir a vazão de 10.000 L/s no recalque Joanes II - ETA Principal seria necessária a ampliação da estação elevatória existente e o reforço das linhas existentes de 1.200 mm e 1.900 mm de diâmetro, mediante a implantação de uma terceira linha em paralelo com vazão de 3.800 L/s, e diâmetro previsto de 1.500 mm, conforme ilustrado na **Figura 1.33** apresentada a seguir.

A respeito dessa ampliação de capacidade do sistema adutor para 10.000 L/s, convém mencionar que os estudos de demanda do PARMS 2016 mostraram que a hipótese da necessidade de recalque dessa ordem no seu horizonte de estudo (ano 2040) é improvável, uma vez que a tendência de estabilização da população contribuinte ao SIAA de Salvador, principal origem da demanda, indica que a vazão a ser atendida por este sistema adutor será inferior à capacidade de adução desejada pela Embasa. A intervenção seria justificável na hipótese de aumento da segurança hídrica do SIAA de Salvador e necessariamente incluiria a construção de uma barragem no rio Pojuca com reversão de águas para o reservatório de Santa Helena, cuja capacidade de regularização é insuficiente para ofertar a vazão de 10.000 L/s.

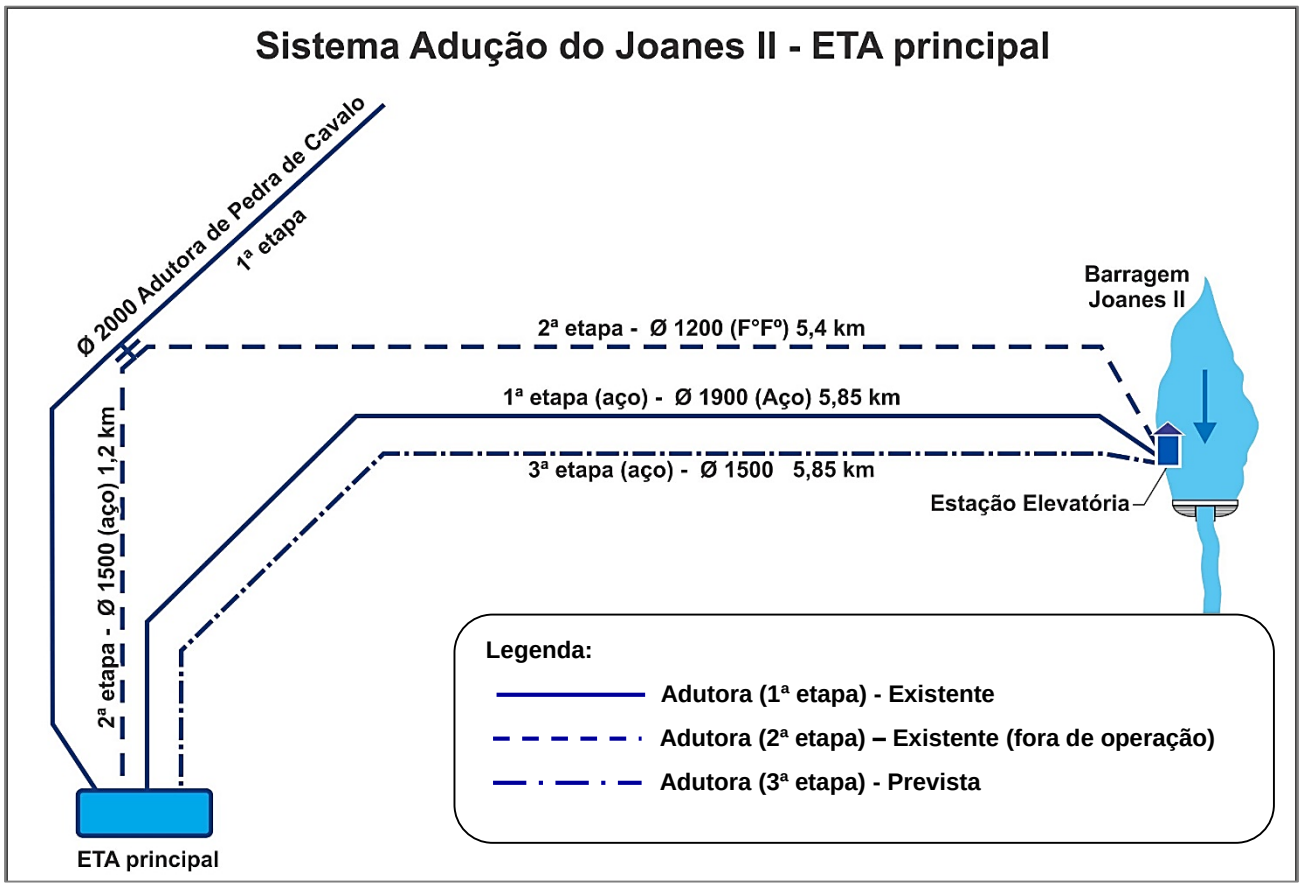


Figura 1.33 - Esquema das adutoras Joanes II – ETA Principal
Fonte: Embasa (2014b).

1.4.2.3 Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II

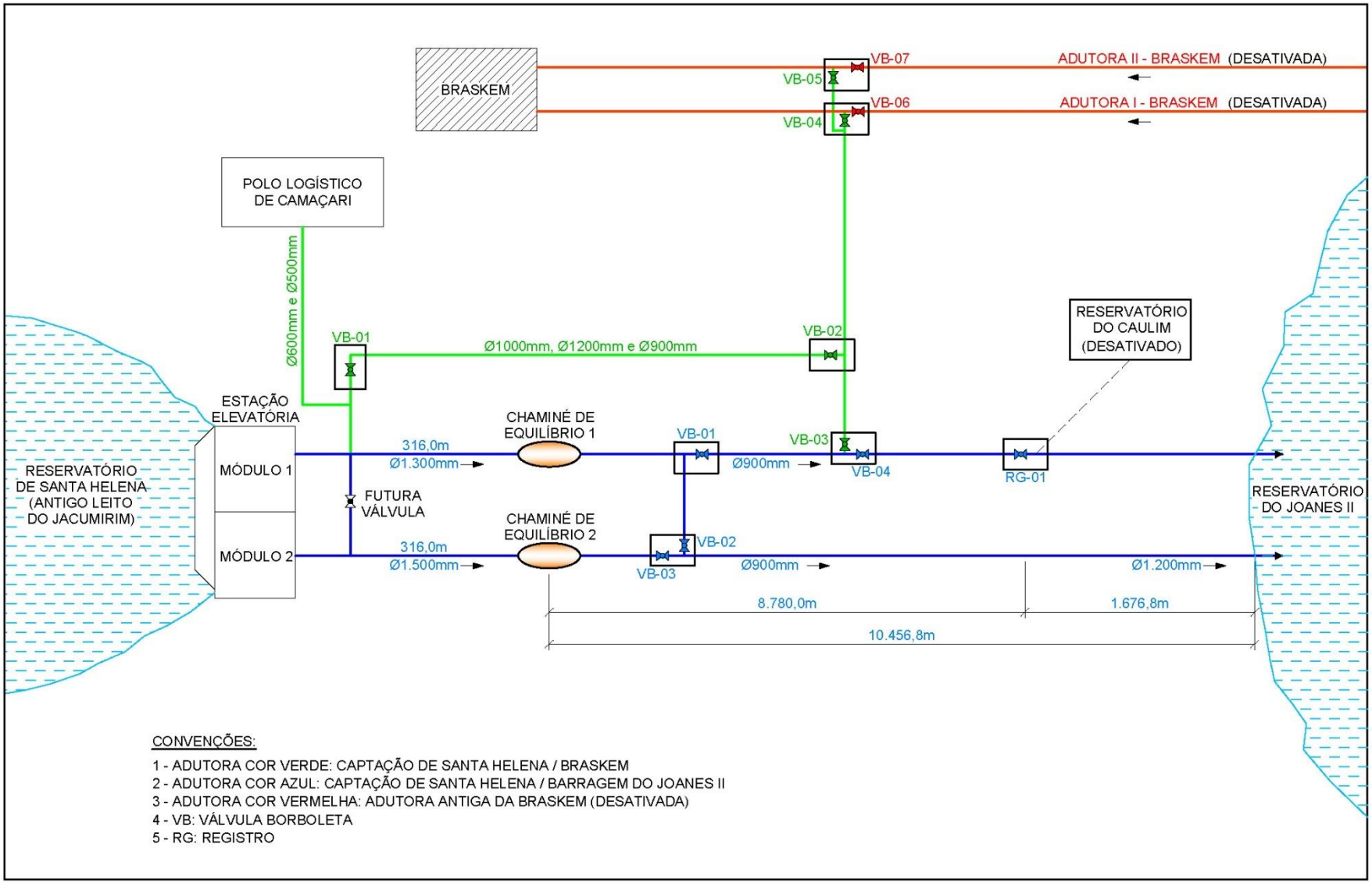
O reservatório da barragem de Santa Helena é utilizado no SIAA de Salvador para reforço do Sistema Joanes, que atende as ETAs do Parque da Bolandeira e ETA Principal, por meio da reversão de bacias. O sistema adutor Santa Helena - Joanes II existente (**Figura 1.34**) compreende uma captação/elevatória, situada em um braço do lago formado pela represa (outrora leito do rio Jacumirim), de onde partem duas adutoras em paralelo, com um trecho em recalque e outro por gravidade, até o lançamento no reservatório do Joanes II.

A captação é feita na cota 17,00 m, que limita o aproveitamento do reservatório, previsto no projeto para operação entre as cotas 10,00 e 20,00 m.

Conforme ilustrado na **Figura 1.35**, a elevatória conjugada à captação consiste em dois sistemas de recalque independentes, um dos quais seria destinado a abastecer as indústrias do Polo Petroquímico, por meio do reservatório do Morro do Caulim. Com a desativação deste reservatório por problemas estruturais, a Embasa decidiu prolongar a adutora que o alimentava até o lago do Joanes II, ficando, portanto, as duas adutoras destinadas a promover a reversão entre as duas bacias.



Figura 1.34 - Vista panorâmica da captação/elevatória de Santa Helena
Fonte: GEOHIDRO (2024). Imagem do Google Earth (2023).



Nota da GEOHIDRO: durante a construção da adutora Santa Helena – Braskem (em verde) foram usados diâmetros diversos dos indicados no esquema, de 900 a 1500 mm, disponíveis na Braskem.

Figura 1.35 - Esquema geral dos sistemas adutores Santa Helena – Joanes II e Santa Helena – Braskem

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2010).

A elevatória existente é composta por dois módulos idênticos, cada um com capacidade de abrigar seis conjuntos motobombas de eixo vertical. Um dos módulos conta com seis conjuntos motobombas iguais previstos em projeto, sendo interligado a uma adutora de 1.300 mm de diâmetro e 316 m de extensão, que conduz a água por recalque até um *standpipe* que funciona atualmente como caixa de passagem. O outro módulo foi implantado, inicialmente, apenas com a estrutura de abrigo e barrilete conectado a uma adutora existente de 1.500 mm, com traçado paralelo à adutora DN 1.300.

A adutora DN 1.500 foi ativada em 2020, por ocasião da instalação de dois novos conjuntos motobombas com características distintas dos existentes no módulo em operação. Os conjuntos novos possuem potência de 2.250 cv cada. Face à geometria desses conjuntos, distinta do projetado originalmente, os mesmos foram instalados ao tempo, com adaptações na estrutura do segundo módulo, e acoplados ao barrilete com os necessários ajustes.

Com a instalação dos conjuntos no segundo módulo, a EEAB Santa Helena passou a funcionar com maior segurança, possibilitando alternativas operacionais dos conjuntos motobombas com menor sobrecarga e adequação às demandas do sistema de bombeamento.

Além da reversão para Joanes II, o sistema atual abastece também a Braskem a partir de uma derivação direta da adutora de 1.300 mm, logo a jusante da estação elevatória. Da adutora que abastece a Braskem é derivada uma subadutora projetada para abastecer o Polo Logístico de Camaçari.

As características dos conjuntos motobombas instalados são indicadas no **Quadro 1.16** apresentado a seguir. A **Figura 1.36** e a **Figura 1.37**, apresentadas na sequência, mostram os conjuntos motobombas existentes.

Quadro 1.16 - Dados das Bombas de Captação na Represa Santa Helena

Discriminação	Características	
Bomba:		
Fabricante	Worthington	IMBIL
Tipo	Eixo vertical	Eixo vertical
Modelo	16 QL 21	UTI 24 D
Vazão	2.700 m³/h (750 L/s)	5.278 m³/h (1.446 L/s)
AMT	81 m.c.a.	85,9 m.c.a.
Rotação	1.800 rpm	1.192 rpm
Diâmetro do rotor	19,5"	700 mm
Motor:		
Fabricante	Villares	Weg
Potência nominal	1440 CV	2250 CV

Fonte: Embasa (2024).

O sistema de reversão Santa Helena - Joanes II opera com vazões variáveis, buscando manter constante o nível de água no reservatório de Joanes II, considerando a capacidade conjunta das duas adutoras de reversão para Joanes II que é da ordem de 3 m³/s. Para a Braskem, a Embasa fornece cerca de 700 L/s, embora o contrato de fornecimento estabeleça uma vazão de até 1,4 m³/s.



Figura 1.36 - Vista do módulo existente implantado conforme projeto (uma bomba em manutenção)
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.37 - Vista dos novos conjuntos motobombas instalados no segundo módulo em 2020
Fonte: GEOHIDRO (2024).

A bacia do Jacuípe, no local da captação, vem sofrendo um processo de assoreamento preocupante, devido à erosão de áreas de exploração de jazidas de areias situadas nas proximidades. O material carreado pelas chuvas vem se depositando nas margens do lago, atingindo o local de captação, com a entrada de areia para dentro do poço de sucção.

Em 2017, durante a maior crise hídrica registrada nos mananciais da RMS, o nível de água no reservatório desceu a níveis inferiores à cota de captação (**Figura 1.38**), impondo à Embasa a adoção de medidas emergenciais, que consistiram na implantação de um barramento a montante do poço de sucção das bombas

e captação auxiliar em cotas mais baixas, com emprego de três conjuntos motobomba flutuantes e mangotes de sucção, como mostra a **Figura 1.43**. A localização do barramento foi selecionada com base em uma batimetria realizada em parte do lago (**Figura 1.40**). A captação auxiliar possibilitou a transposição da água bruta para o trecho do lado, mantendo a cota de captação da EEAB de Jacumirim/Santa Helena em condições de operar, sem redução das vazões usuais. Após essa crise, os equipamentos auxiliares foram desativados, persistindo a vulnerabilidade do sistema.



Figura 1.38 - Captação Jacumirim – Santa Helena durante a crise hídrica do ano de 2017
Fonte: Embasa (2017).



Figura 1.39 - Barramento e conjuntos motombas flutuantes utilizados na crise hídrica do ano de 2017
Fonte: Embasa (2017).

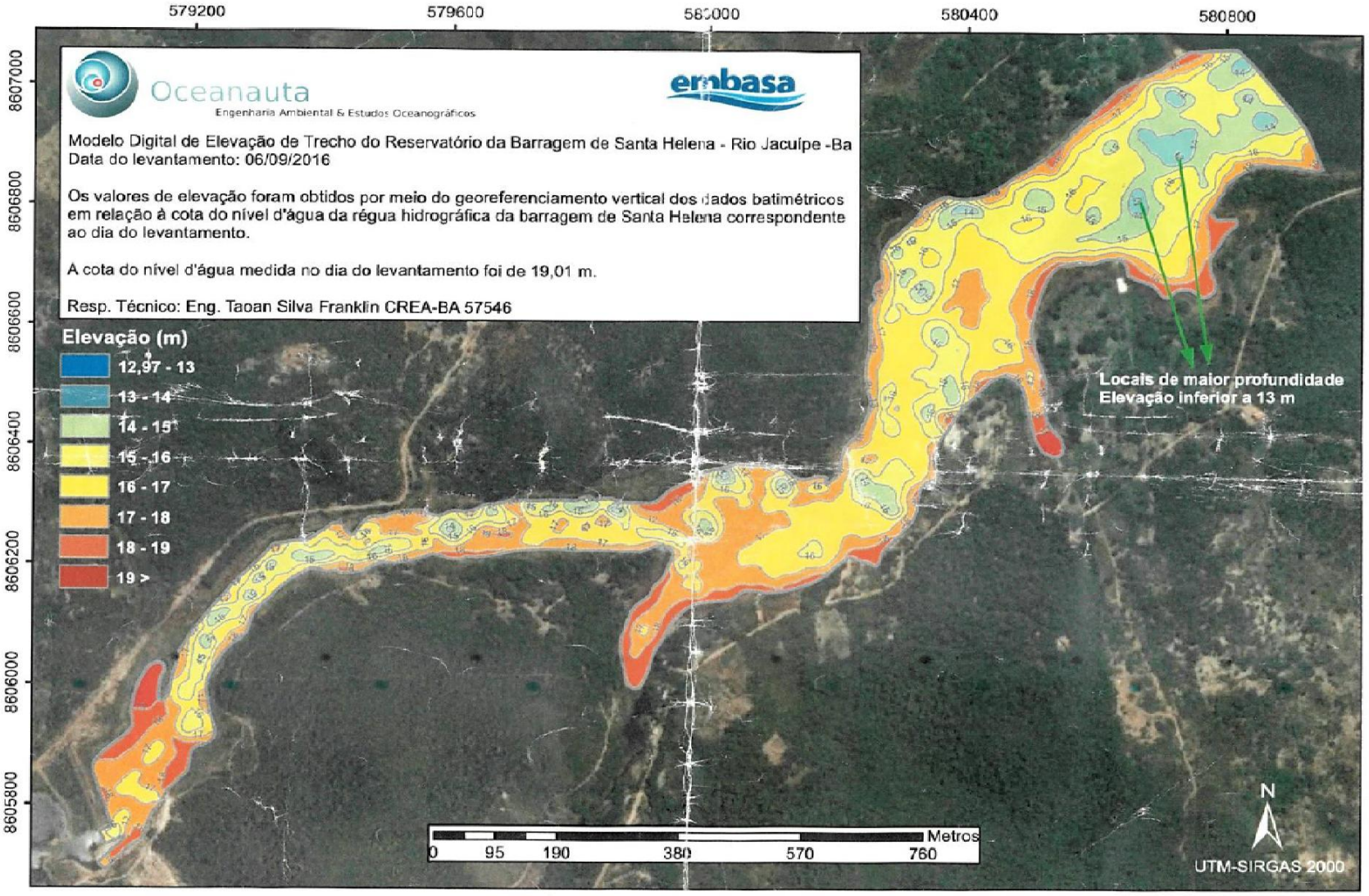


Figura 1.40 - Batimetria em trecho do Reservatório da Barragem de Santa Helena
Fonte: Embasa (2016).

A. Projeto da Embasa para Ampliação do Sistema de Reversão Santa Helena - Joanes II

Em 2018 foi finalizado o Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena - Joanes II e da respectiva Estação Elevatória de Água Bruta, contratado pela Embasa com a empresa Hita Engenharia.

Para o reservatório de Santa Helena, manancial provedor do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, foram admitidas disponibilidades de 6,5 m³/s, para captação na cota 17,00 m (cota da captação atual), e 8,8 m³/s, para captação na cota 10,00 m, correspondente à cota da captação em futura instalação para o pleno aproveitamento da represa. Foi considerada no projeto uma vazão de restituição ao rio de 0,8 m³/s. Em relação à demanda da Braskem e Polo Logístico, o projeto admitiu a redução da vazão contratada pela Braskem com a Embasa, de 1,4 m³/s, para 0,7 m³/s (EMBASA, 2018a).

O projeto foi estruturado em três etapas, previstas para implantação em duas Fases de Ampliação do Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II, conforme mostrado no **Quadro 1.17**.

Quadro 1.17 - Fases de Ampliação e Etapas de Projeto do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II

Fases de ampliação do sistema adutor	Etapas de projeto	Caracterização das etapas
Fase 1	Etapa 1	Funcionamento do sistema adutor Santa Helena - Joanes II para fornecimento de 3,0 m³/s aos SIAA de Salvador e Recôncavo (corresponde à situação existente)
	Etapa 2	Ampliação do sistema adutor Santa Helena - Joanes II dos atuais 3,0 m³/s para 5,8 m³/s, com aproveitamento da disponibilidade de Santa Helena correspondente à captação existente (rio Jacumirim) na cota 17,00 m, admitida em 6,5 m³/s. O saldo de vazão (0,7 m³/s) seria reservado à Braskem e Polo Logístico.
Fase 2	Etapa 3	Ampliação do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, incluindo a construção de uma nova captação/elevatória (captação na cota 10,00 m), mais próxima ao barramento de Santa Helena, com capacidade instalada de 10,0 m³/s. De modo regular, seriam destinados 7,3 m³/s aos SIAA de Salvador e do Recôncavo, descontadas da disponibilidade relativa à cota 10,00 m (8,8 m³/s) as vazões de atendimento à Braskem/Polo Logístico (0,7 m³/s) e restituição ao rio (0,8 m³/s).

Fonte: Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena - Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta, T.II, Vol.1. Embasa (2018a).

- **Descrição Resumida do Sistema Proposto no projeto da Embasa**

A **Figura 1.41** ilustra a concepção do futuro sistema adutor projetado, contemplando as ampliações propostas na 2ª e 3ª etapas, conforme descrito na sequência.

a) 2ª etapa do projeto – Ampliação do Sistema Adutor Jacumirim - Joanes II

A ampliação correspondente à 2ª etapa consistiria em aumentar a capacidade do Sistema Adutor Jacumirim - Joanes II existente de 3,0 m³/s para 5,8 m³/s. Essa performance seria obtida por meio de quatro conjuntos motobombas em paralelo, na frequência de 885 rpm, a serem instalados no módulo existente que se encontra desativado na ocasião. Seriam cinco equipamentos (um reserva) do tipo QL (mesmo tipo utilizado no módulo existente), modelo 24 QL-27, equipados com motor de 2.250 cv.

O Sistema Adutor da Braskem e Polo Logístico continuaria a ser alimentado a partir das instalações existentes no módulo em operação, porém com vazão limitada a 0,7 m³/s. Esta vazão, somada à que seria destinada aos SIAA de Salvador e do Recôncavo (5,8 m³/s) totaliza a vazão de 6,5 m³/s, que seria demandada da captação/elevatória do Jacumirim. De acordo com o projeto em tela, esta vazão corresponderia à capacidade de regularização da represa de Santa Helena considerando o volume útil entre as cotas 17,00 e 20,00 m, conforme o estudo hidrológico do rio Jacuípe realizado por ocasião do projeto de reconstrução da barragem de Santa Helena, contratado pela Embasa com a GEOHIDRO em 1996.

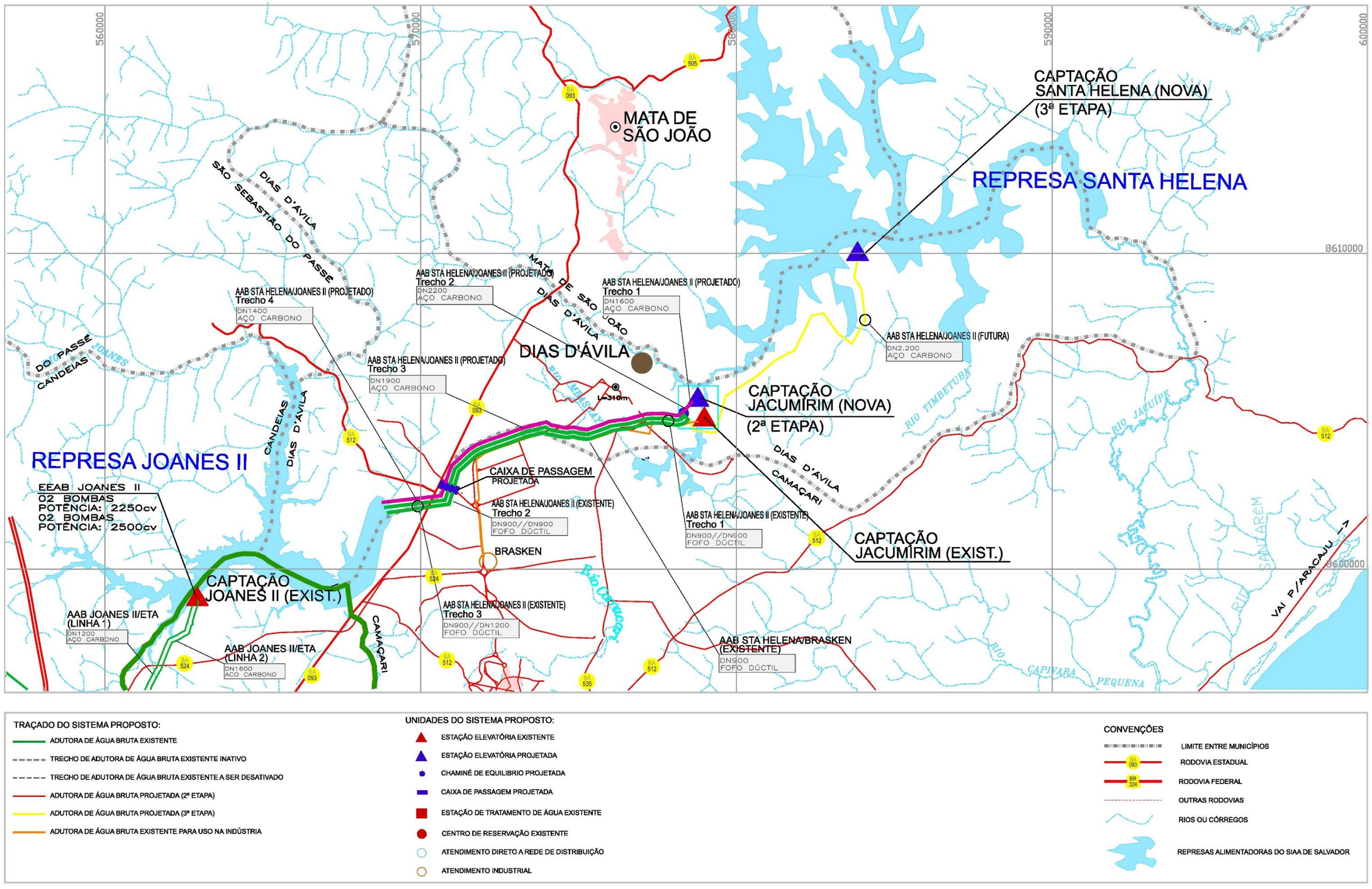


Figura 1.41 - Concepção do Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II conforme projeto da Embasa
Fonte: Adaptado de Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta. Embasa (2014b).

De acordo com a concepção adotada no projeto da Embasa (2018a), o Sistema Adutor Jacumirim - Joanes II seria ampliado mediante implantação de uma terceira linha, além das duas existentes, constituída de quatro trechos com os seguintes diâmetros e extensões:

- Trecho 1: DN 1600, 77,32 m;
- Trecho 2: DN 2200, 512,70 m;
- Trecho 3: DN 1900, 8.350,38 m;
- Trecho 4: DN 1400, 1.776,81 m;

b) 3ª etapa do projeto – Ampliação do Sistema Adutor Santa Helena - Jacumirim

O Sistema Adutor previsto na 3ª etapa do projeto da Embasa engloba uma nova captação/elevatória em local com possibilidade de exploração na cota 10,00 m; uma adutora complementar DN 2200 interligando a nova captação às adutoras previstas em 2ª etapa; e uma Chaminé de Equilíbrio no ponto mais alto do perfil da adutora. A entrada em operação desse sistema adutor seria concomitante à desativação da elevatória do Jacumirim, quando esta fosse insuficiente para garantir o atendimento do sistema.

A vazão de dimensionamento considerada no projeto da 3ª etapa foi estabelecida pela Embasa, em 10,0 m³/s, considerando o estudo hidrológico supramencionado, que indicava a possibilidade de regularização, entre as cotas 10,00 e 20,00 m, de 8,80 m³/s com 100% de garantia; 10,59 m³/s com 98% de garantia; e 11,42 m³/s com 95% de garantia.

A nova captação seria direta, com a construção de plataforma de concreto, onde estariam apoiados os conjuntos de recalque com bombas verticais de coluna prolongada. Seriam oito conjuntos do mesmo modelo previsto na 2ª etapa de ampliação da elevatória do Jacumirim (bombas 24 QL-27), equipados com motor de 2.250 cv e conversor de frequência. A capacidade de recalque dessa elevatória seria de 10,0 m³/s, incluída a vazão que atenderia Braskem e Polo Logístico (0,7 m³/s). Essa performance seria obtida com o funcionamento de seis conjuntos em paralelo, operando a 1.175 rpm.

A nova captação foi prevista no local de coordenadas 582.863,62 m S e 8.610.044,22 m S. Conforme batimetria realizada, esse local apresenta cota de fundo em torno de 7,00 m, viabilizando a captação de água do manancial entre as cotas 10,0 m e 20,0 m, de acordo com o projeto.

A adutora projetada seria em aço carbono, DN 2200 e extensão aproximada de 8.170 m até as imediações da Captação do Jacumirim. Sua interligação com as adutoras do sistema Jacumirim - Joanes II dar-se-á cerca de 363 m a montante da Chaminé do Jacumirim, seguindo com diâmetro de 2200 mm até a nova chaminé do Jacumirim. Pouco depois da chaminé, ainda com 2200 mm, seria interligada com as duas adutoras de 900 mm existentes e com a nova adutora de 1900 mm, a essa altura já implantada. As três adutoras (1900 + 900 + 900) seguem daí até Joanes II.

- **Situação atual da Ampliação do Sistema Adutor**

Em 2017, foi contratada a Execução das obras do Sistema Adutor Jacumirim-Joanes II, por meio do contrato nº 460012488, contudo, segundo a Embasa, o contrato sofreu resilição em 2020. De acordo com a Gerência de Projetos de Abastecimento de Água da Embasa, houve alguns impasses com o município de Dias d'Ávila, para execução da ampliação da adutora, sendo então estudada pela Embasa uma alternativa de execução da Ampliação do Sistema Adutor Santa Helena – Jacumirim (3ª etapa) antes da Ampliação do Sistema Adutor Jacumirim - Joanes II (2ª etapa). Nesse contexto, a nova captação no lago da barragem de Santa Helena na cota 10 m e a ampliação da AAB Santa Helena – Jacumirim seria responsável por alimentar a barragem do rio Jacumirim, aumentando o nível da atual captação.

Vale destacar que, em 1985, após o rompimento da barragem do Santa Helena foi construída uma barragem provisória no rio Jacumirim, de modo a permitir a captação na elevatória existente, entre as cotas 17,0 m e 20,0 m. Após a recuperação de Santa Helena, o maciço da barragem de Jacumirim foi parcialmente rompido, de modo que o nível na mesma fosse mantido por Santa Helena, restabelecendo a condição operacional da elevatória. Sendo assim, necessária a recuperação da barragem do rio Jacumirim. O projeto básico para recuperação dessa barragem foi contratado pela Embasa em 2023, por meio do contrato nº 460020275/2023.

Vale destacar que não ocorrendo a Ampliação do Sistema Adutor Jacumirim - Joanes II, não é possível aumentar a oferta de água para a ETA Principal por meio desse sistema adutor. Contudo, a alternativa se torna uma medida de segurança para os períodos de estiagem, devido à possibilidade de aumento do nível da água na captação.

- **Análise Crítica do Projeto da Embasa frente aos Estudos do PARMS**

Uma análise do *Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta* (EMBASA, 2014b), elaborada no âmbito dos estudos do PARMS 2016, revelou a existência de conflitos importantes com o referido Plano em decorrência dos partidos e premissas adotados nos dois estudos, destacando-se os seguintes aspectos principais:

- **Disponibilidade dos mananciais**: no Projeto da Embasa foram adotadas vazões regularizadas definidas em estudos feitos à época da construção das barragens. Os estudos hidrológicos mais recentes disponíveis para os mananciais do SIAA de Salvador, elaborados no PARMS 2016 e considerados válidos na presente revisão do Plano, indicam uma redução da expectativa de regularização dos mananciais da RMS devido à adversidade climática registrada nas últimas décadas. Esses estudos hidrológicos mostram que os reservatórios das barragens Joanes, Ipitanga e Santa Helena, apresentam significativas diferenças de disponibilidade em comparação aos valores adotados no projeto supramencionado. Nas condições operacionais atuais, a disponibilidade total dos mananciais explorados adotada no Projeto da Embasa resulta em 18,30 m³/s, superando em mais de 4.000 L/s a disponibilidade avaliada por meio dos estudos hidrológicos do PARMS (13,87 m³/s), mais recentes e de maior confiabilidade, conforme mostra o **Quadro 1.18**.
- **Vazões de restituição ao rio nos barramentos**: considerando o critério preconizado na Instrução Normativa Nº 001/2007 da extinta SRH (incorporada ao INEMA), que no caso de represas preconiza restituição de 20% da vazão regularizada com 90% de garantia, nos estudos do PARMS calculou-se as vazões de restituição mínimas à jusante das barragens de Joanes I, Ipitanga I e Santa Helena, as quais totalizam 2,24 m³/s, vazão a ser descontada da vazão total regularizada para efeito de cálculo das vazões disponíveis para abastecimento. Por outro lado, o Projeto da Embasa considera somente a restituição de 0,80 m³/s a jusante da barragem de Santa Helena, representando um aumento da disponibilidade para abastecimento de 1,44 m³/s em relação ao PARMS (2,24 - 0,80 = 1,44), conforme mostra o **Quadro 1.18**, em detrimento das vazões de restituição que deveriam contribuir para a preservação dos ecossistemas aquáticos a jusante das barragens. Nesse aspecto, convém destacar os prejuízos ambientais advindos da excessiva redução das vazões de restituição, a exemplo do que acontece no estuário do Joanes.
- **Demandas de outros usuários dos mananciais**: resumidamente, neste caso, o Projeto da Embasa considera uma vazão total de 2,00 m³/s em seu horizonte, enquanto o PARMS projeta uma vazão de fim de plano de 3,41 m³/s, superior à do projeto em 1,41 m³/s, conforme mostra o **Quadro 1.18**.
- **Demandas de abastecimento humano**: os dois estudos apresentam metodologias diferentes que resultam em diferentes projeções ao longo do período de alcance do Plano. Para a situação atual, correspondente ao início de Plano da presente revisão (ano 2023), no Projeto da Embasa prevê-se

uma demanda média de 13,12 m³/s, superior à estimada nesta revisão do PARMS, de 11,46 m³/s, conforme indicado no **Quadro 1.18**.

- Com base nas considerações anteriores, para início de Plano (ano 2023) e na condição operacional atual (Santa Helena na cota 17,0 m), o **Quadro 1.18** mostra que o saldo "disponibilidade - demanda" obtido para as premissas do projeto da Embasa resulta em um superávit de +3,18 m³/s, enquanto os estudos desta revisão do PARMS indicam um déficit de -3,24 m³/s.

Quadro 1.18 - Comparação dos balanços "demandas x disponibilidades" nos dois estudos

MANANCIAIS	VAZÕES (m³/s)								
	Regularizadas com 100% garantia		Restituição a Jusante das Barragens		Para Outros Usos		Disponíveis para os SIAA de Salvador e do Recôncavo		
	Projeto	PARMS	Projeto	PARMS	Projeto	PARMS	Projeto (1)	PARMS (2)	Diferença (1) - (2)
Pedra do Cavalo	7,00	7,00	-	-	1,30	1,86	5,70	5,14	0,56
Joanes	4,00	2,42	-	0,21	0,00	0,00	4,00	2,21	1,79
Ipitanga	0,80	0,40	-	0,04	0,00	0,15	0,80	0,21	0,59
Santa Helena (cota 17,00 m)	6,50	4,05	-	1,99	0,70	1,40	5,80	0,66	5,14
Santa Helena (cota 10,00 m)	8,80	6,60	0,8	1,99	0,70	1,40	7,30	3,21	4,09
Total com Santa Helena na cota 17,00 m	**18,30**	**13,87**	**-**	**2,24**	**2,00**	**3,41**	**16,30**	**8,22**	**8,08**
Total com Santa Helena na cota 10,00 m	**20,60**	**16,42**	**0,8**	**2,24**	**2,00**	**3,41**	**17,80**	**10,77**	**7,03**
COMPARAÇÃO BALANÇOS DISPONIBILDADES VERSUS DEMANDAS NO ANO 2023						**Projeto**		**PARMS**	
Demanda Média em 2023 para SIAA de Salvador e Recôncavo (m³/s)						13,12		11,46	
Disponibilidade mananciais SIAA Sal./Rec. para Santa Helena na Cota 17,00 m (m³/s)						16,30		8,22	
Saldo "Disponibilidade - Demanda" p/ Santa Helena na Cota 17,00 m (m³/s), em 2023						**3,18**		**-3,24**	

Fonte: Geohidro, 2024 (dados comparativos do presente estudo e do Projeto Básico da Embasa referido no texto)

Conclusões e recomendações:

Os diferentes resultados do balanço "disponibilidade x demanda" considerados nos dois estudos resultam em diferentes situações para a definição das etapas de obras do Sistema Adutor de Água Bruta Santa Helena – Joanes II.

O projeto da Embasa indica um saldo positivo para a disponibilidade dos mananciais, tanto em início como em fim de plano, mesmo sem nenhuma intervenção em Santa Helena. Desse modo, as ampliações do Sistema Adutor previstas na 2ª e 3ª etapas do projeto da Embasa somente seriam necessárias em horizontes além do ano 2048, horizonte desta revisão.

De acordo com os estudos da presente revisão do PARMS, a disponibilidade total dos mananciais atuais é deficitária frente às demandas previstas, durante todo o período de alcance do plano, variando de -3,24 m³/s (ano 2023) até -3,26 m³/s (ano 2048). Ainda que fosse ampliado de imediato o Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II para aproveitamento de sua disponibilidade máxima (captação na cota 10,00 m) haveria um déficit de disponibilidade, estimado em -0,71 m³/s, a ser coberto por outro (s) manancial (is). Convém ressaltar que situações críticas, a exemplo da ocorrida em 2017/2018, quando os níveis dos reservatórios de Santa Helena e Joanes I foram rebaixados para cotas inferiores às de captação, corroboram para os resultados apontados no PARMS 2016 e nesta revisão do Plano, indicando a existência de déficit hídrico no SIAA de Salvador.

Ao contrário do Projeto da Embasa, os resultados do PARMS indicam a necessidade de implantação imediata das obras projetadas para Santa Helena para aproveitamento na cota 10,00 m visando à segurança hídrica do abastecimento.

Com base nos comentários anteriores, tem-se as seguintes restrições quanto aos parâmetros adotados no projeto da Embasa:

- As vazões regularizadas nos mananciais preconizadas no PARMS indicam que as disponibilidades adotadas no projeto da Embasa, advindas de estudos anteriores, excedem expressivamente as suas reais capacidades de regularização, ou seja, os valores adotados no projeto da Embasa estariam superestimados.
- O projeto da Embasa desconsidera vazões de restituição nas represas de Ipitanga I e Joanes I, e adota uma vazão de restituição de apenas 0,8 m³/s para a represa de Santa Helena, menor do que a requerida pela Instrução Normativa SRH Nº 01/2007, presumindo-se que esse critério poderá se refletir em maiores impactos ambientais na região estuarina dos respectivos rios, em particular o rio Jacuípe, a exemplo do que ocorre no estuário do rio Joanes.
- O projeto prevê inexpressivo aumento das vazões atuais de outros usuários da adutora de Pedra do Cavalo, e admite a redução em 50% da vazão da Braskem contratada com a Embasa, que atualmente é compartilhada com o Polo Logístico, subestimando essas demandas frente às projeções do PARMS.
- O projeto superestima a demanda média do SIAA de Salvador e do Recôncavo em fim de Plano, adotando o valor de 12,77 m³/s (ano 2040), em relação à demanda média projetada nesta revisão para fim de plano, de 11,46 m³/s (ano 2048).
- A vazão adotada no projeto do Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II, de 10 m³/s, é muito superior à vazão disponível para o SIAA de Salvador com 100% de garantia, conforme indicam os estudos de reavaliação da disponibilidade do reservatório de Santa Helena realizados no presente Plano.

Portanto, considerando que o projeto básico existente deverá servir de referência para a contratação das obras, recomenda-se a sua revisão na fase de Projeto Executivo, considerando os seguintes aspectos:

- No projeto executivo do Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II, as projeções de população e demandas deverão ser adequadas com base em estudos atualizados, considerando os estudos desta revisão do Plano.
- As vazões disponíveis nos mananciais e respectivas vazões de restituição deverão ser adequadas conforme os estudos hidrológicos mais recentes, elaborados no PARMS, considerados representativos das condições atuais.
- O balanço “disponibilidade x demanda” deve ser atualizado, considerando os estudos desta revisão do Plano.
- O Projeto Executivo de Ampliação do Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II, com captação na cota 10,00 m, deve ser implantado em etapa única, pois trata-se de obra de caráter emergencial.
- A vazão de projeto do Sistema Adutor Santa Helena - Joanes II, definida no Projeto da Embasa em 10 m³/s, deve ser reavaliada, pois os estudos hidrológicos realizados no PARMS para o reservatório de Santa Helena indicam uma grande redução da capacidade de regularização deste manancial, em relação aos estudos anteriores que serviram de base para a elaboração do projeto.

1.4.2.4 Sistema Adutor Aquífero São Sebastião - ETA Principal

Esse sistema encontra-se projetado em nível de Projeto Básico pela Embasa e decorre das recomendações do PARMS 2016, cujos estudos de concepção e viabilidade resultaram na indicação da Alternativa H, que definiu as seguintes intervenções prioritárias para ampliação da oferta de água bruta para o SIAA de Salvador:

1) Implantação de uma nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, e ampliação do sistema adutor Santa Helena - Joanes II, para aumentar a oferta em 2,55 m³/s.
2) Exploração de poços tubulares no Aquífero São Sebastião, para aumentar a oferta em 2,01 m³/s.

Em conjunto, as duas intervenções possibilitariam cobrir o déficit de 4,56 m³/s no SIAA de Salvador, estimado pelo PARMS 2016 no seu horizonte de planejamento (ano 2040).

Nesta revisão do Plano, face à redução da expectativa de crescimento populacional em relação ao PARMS 2016, o déficit de fim de plano (ano 2048) projetado reduziu-se para -3,26 m³/s. Uma vez implantada a nova estação elevatória em Santa Helena, com captação na cota 10,00 m, caberia ao Sistema Adutor Aquífero São Sebastião fornecer uma vazão estimada de 0,71 m³/s (3,26 - 2,55 = 0,71) para o equilíbrio entre disponibilidade e demanda.

Em novembro de 2022, a Embasa celebrou o Contrato nº 460019879, cujo objeto era a "Elaboração de projeto básico da adutora de interligação do aquífero São Sebastião - manancial Joanes II à ETA Principal". De acordo com informações disponibilizadas pela Embasa, o contrato, que venceu em 16 de setembro de 2023, foi 67% medido. De acordo com o Projeto Básico elaborado, o Sistema Adutor Aquífero São Sebastião - ETA Principal receberá a contribuição de 16 poços tubulares existentes, perfurados e testados recentemente pela Embasa. Suas características estão indicadas no **Quadro 1.19** apresentado a seguir.

Quadro 1.19 - Características dos Conjuntos Elevatórios dos Poços

Poço	Vazão (l/s)	AMT (m)	Potência consumida (cv)	Potência adotada (cv)
P1	66,80	205,17	261	300
P2	48,78	173,78	174	200
P3	42,81	148,68	131	150
P4	51,47	150,62	159	175
P5	63,55	120,52	140	150
P6	64,75	118,96	145	150
P8	70,24	102,01	136	150
P9	45,54	121,55	114	125
P11	82,75	163,90	226	250
P12	61,22	180,45	213	250
P14	64,39	129,27	161	200
P15	71,06	159,31	219	250
P16	71,06	165,88	228	250
P17	50,28	112,86	121	125
P18	31,25	132,43	75	75
P19	50,00	91,95	94	100
TOTAL	**935,94**	**-**	**-**	**-**

Fonte: Embasa (2023d).

Para transportar as vazões dos 16 poços tubulares, prevê-se um sistema de linhas de adução, com diâmetros variando de 250 a 1000 mm.

Esse sistema conta com três adutoras principais, com caminhamentos condicionados às posições dos poços tubulares existentes, tendo as seguintes finalidades:

- Adutora 1 (P1 / ETA): deverá conduzir a vazão total do sistema, de 935,94 L/s, até a chegada no Tanque de Contato da ETA Principal. No seu trecho inicial, até a chegada na EE-1, a referida adutora será alimentada pelos poços tubulares P1, P2, P3 e P4.
- Adutora 2 (P11 / EE-1): irá transportar para o poço de sucção da EE-1 as vazões provenientes dos poços tubulares P8, P9, P11, P12, P14, P15 e P16.
- Adutora 3 (P18 / EE-1): deverá aduzir para o poço de sucção da EE-1 as vazões dos poços tubulares P6, P17, P18 e P19.

O sistema conta, ainda, com diversas subadutoras de pequenas extensões, que são interligadas nas adutoras do sistema ou em unidades firmes (elevatórias, torres de controle, etc.), discriminadas no **Quadro 1.20**, com seus diâmetros e respectivas extensões adotados no projeto.

Quadro 1.20 - Extensões e Diâmetros das Linhas de Adução

Descrição	Diâmetros						Total (m)
	200	250	300	400	500	1000	
ADUTORA 1 (P1/EE-1)		1.370,00	1.330,00	-	-	3.400,00	6.100,00
ADUTORA 2 (P11/EE-1)		240,00	1.640,00	-	4.560,00	-	6.440,00
ADUTORA 3 (P18/EE-1)		660,00	950,00	1.620,00	-	-	3.230,00
SUBADUTORA P2	6,00		-	-	-	-	6,00
SUBADUTORA P3	6,00		-	-	-	-	6,00
SUBADUTORA P4	36,00		-	-	-	-	36,00
SUBADUTORA P5	50,00		-	-	-	-	50,00
SUBADUTORA P6	44,00		-	-	-	-	44,00
SUBADUTORA P8	40,00		-	-	-	-	40,00
SUBADUTORA P9	20,00		-	-	-	-	20,00
SUBADUTORA P12		340,00					340,00
SUBADUTORA P14	50,00						50,00
SUBADUTORA P15	50,00			-	-	-	50,00
SUBADUTORA P16		540,00	577,00	-	-	-	1.117,00
SUBADUTORA P17	8,00		-	-	-	-	8,00
SUBADUTORA P19	15,00		-	-	-	-	15,00
TOTAL	**325,00**	**3.150,00**	**4.497,00**	**1.620,00**	**4.560,00**	**3.400,00**	**17.552,00**

Fonte: Embasa (2023d).

O sistema projetado prevê a implantação de duas estações elevatórias, ambas do tipo convencional (com poço de sucção), uma delas denominada de EE-1, a qual deverá ser implantada ao lado do Poço Tubular 5. Esta elevatória terá a finalidade de recalcar a vazão total do sistema, de 935,94 L/s, diretamente para o Tanque de Contato da ETA, unidade integrante do SIAA de Salvador. A outra unidade de bombeamento, denominada EE-2, deverá ser construída ao lado do Poço Tubular 14 e terá a finalidade de recalcar a vazão dos poços 11, 12, 14, 15 e 16, situados nas proximidades da localidade Pitanga dos Palmares.

As principais características das estações de bombeamento estão indicadas no **Quadro 1.21**.

Quadro 1.21 - Características dos Conjuntos Elevatórios

Características	EE-1	EE-2
Número de Bombas	3B + 1R	3B + 1R
Altura manométrica (m)	80,5	23,1
Vazão total (L/s)	935,94	350,47
Vazão por bomba (L/s)	311,98	116,82
Rendimento (%)	83%	82%
Potência consumida por bomba (cv)	452,53	49,82
Potência Adotada Bomba (cv)	500	75

Fonte: Embasa (2023d).

A **Figura 1.42** mostra o *layout* geral do Sistema Adutor, destacando-se as suas principais características, e a **Figura 1.43** mostra o perfil piezométrico das adutoras.

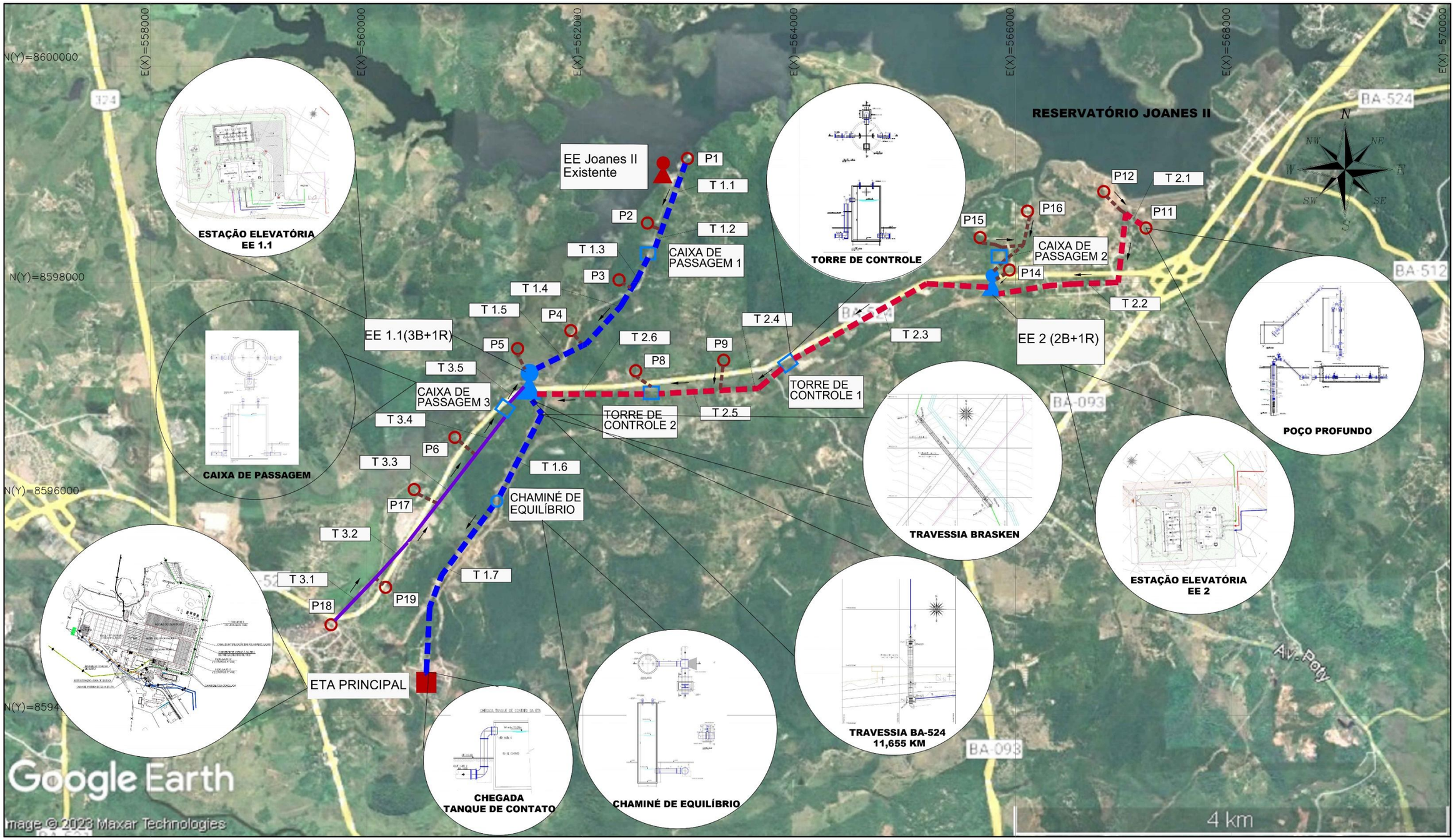
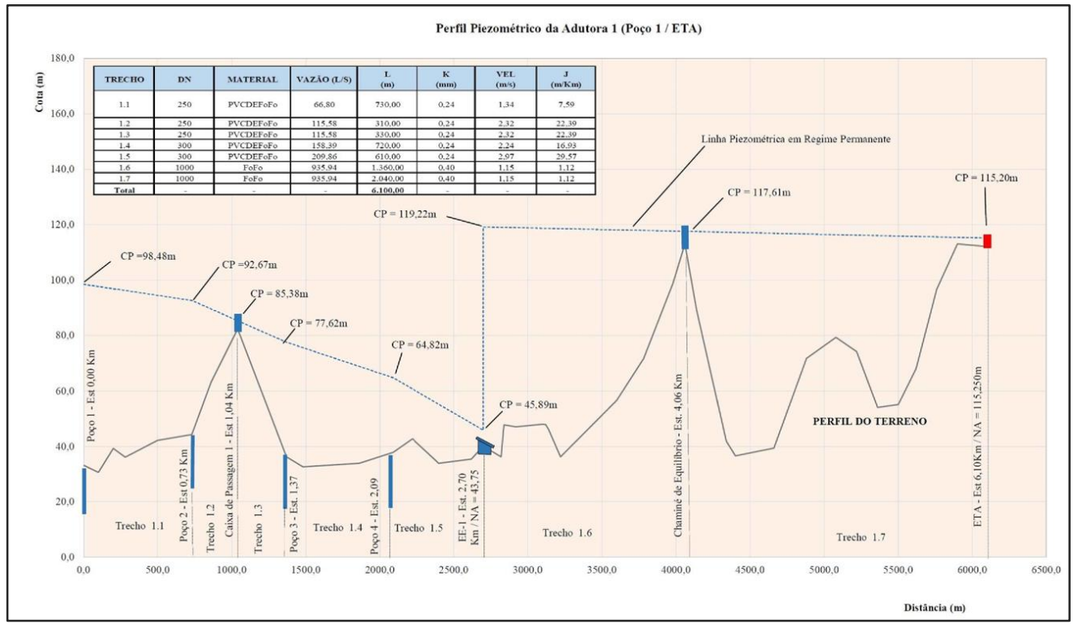
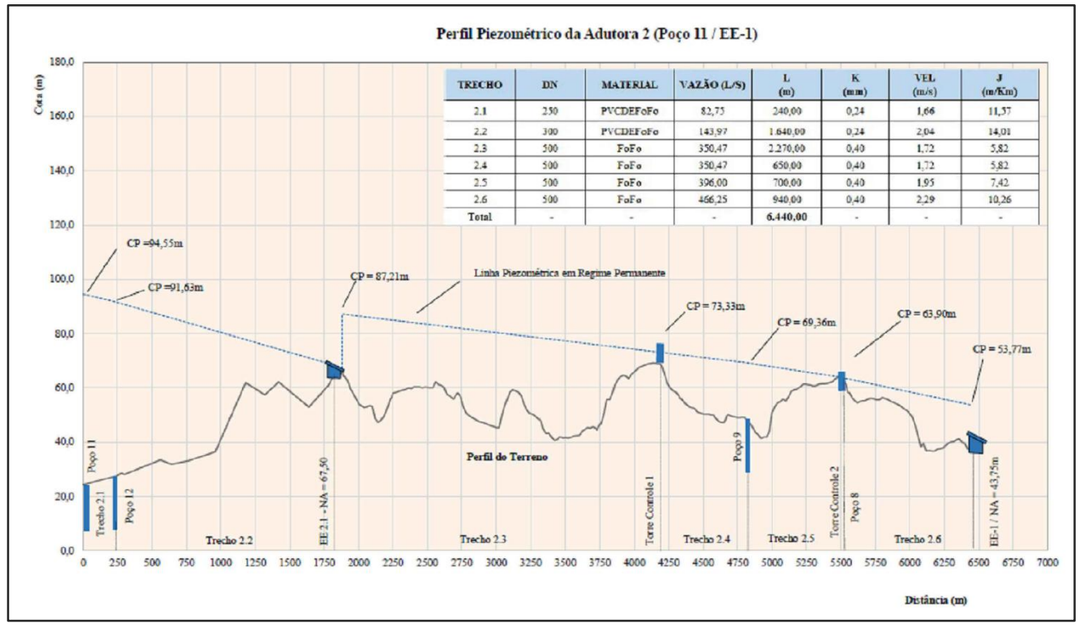


Figura 1.42 - Arranjo Geral do Sistema Adutor Poços Aquífero São Sebastião - ETA Principal, conforme Projeto Básico Existente

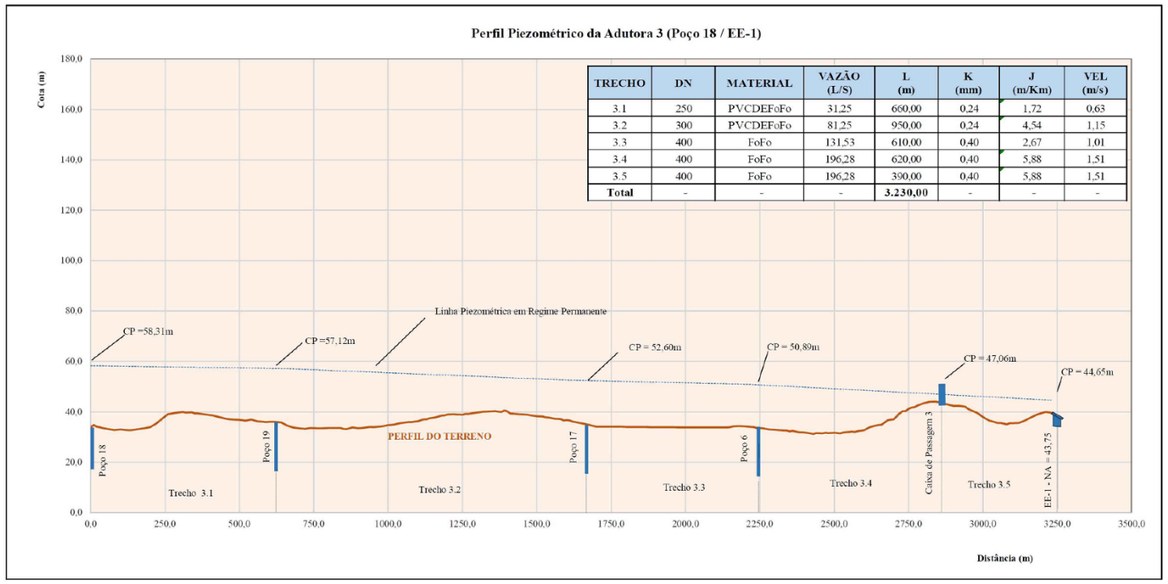
Fonte: Embasa (2023d).



TRECHO	DN	MATERIAL	VAZÃO (L/S)	L (m)	K (mm)	VEL (m/s)	J (m/Km)
1.1	250	PVCDEFoFo	66,80	730,00	0,24	1,34	7,59
1.2	250	PVCDEFoFo	115,58	310,00	0,24	2,32	22,39
1.3	250	PVCDEFoFo	115,58	330,00	0,24	2,32	22,39
1.4	300	PVCDEFoFo	158,39	720,00	0,24	2,24	16,93
1.5	300	PVCDEFoFo	209,86	610,00	0,24	2,97	29,57
1.6	1000	FoFo	935,94	1.360,00	0,40	1,15	1,12
1.7	1000	FoFo	935,94	2.040,00	0,40	1,15	1,12
Total	-	-	-	6.100,00	-	-	-



TRECHO	DN	MATERIAL	VAZÃO (L/S)	L (m)	K (mm)	VEL (m/s)	J (m/Km)
2.1	250	PVCDEFoFo	82,75	240,00	0,24	1,66	11,37
2.2	300	PVCDEFoFo	143,97	1.640,00	0,24	2,04	14,01
2.3	500	FoFo	350,47	2.270,00	0,40	1,72	5,82
2.4	500	FoFo	350,47	650,00	0,40	1,72	5,82
2.5	500	FoFo	396,00	700,00	0,40	1,95	7,42
2.6	500	FoFo	466,25	940,00	0,40	2,29	10,26
Total	-	-	-	6.440,00	-	-	-



TRECHO	DN	MATERIAL	VAZÃO (L/S)	L (m)	K (mm)	J (m/Km)	VEL (m/s)
3.1	250	PVCDEFoFo	31,25	660,00	0,24	1,72	0,63
3.2	300	PVCDEFoFo	81,25	950,00	0,24	4,54	1,15
3.3	400	FoFo	131,53	610,00	0,40	2,67	1,01
3.4	400	FoFo	196,28	620,00	0,40	5,88	1,51
3.5	400	FoFo	196,28	390,00	0,40	5,88	1,51
Total	-	-	-	3.230,00	-	-	-

Figura 1.43 - Perfil piezométrico do Sistema Adutor Poços Aquífero São Sebastião - ETA Principal, conforme Projeto Básico Existente
Fonte: Embasa (2023d).

1.4.3 Sistema Adutor de Água Bruta para a ETA Suburbana

O sistema adutor Ipitanga II – ETA Suburbana (**Figura 1.44**) é composto pela estação elevatória e adutora de água bruta.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico Integrado (PMSBI) Salvador (2023), a Estação Elevatória Ipitanga II conta com 4 CMB de 250 cv de potência cada, sendo que para a ETA Suburbana eram operados dois conjuntos em regime 1+1; e os outros dois responsáveis por suprir a demanda das indústrias, também no regime 1+1. A vazão nominal do sistema elevatório é de 388 L/s, porém a de recalque está na faixa de 200 L/s.

A adutora de água bruta da captação na represa Ipitanga I até a ETA Suburbana é uma tubulação em Ferro Fundido, com DN 500 mm, e extensão de 2.200 metros, conforme informações repassadas pela Embasa (2024).

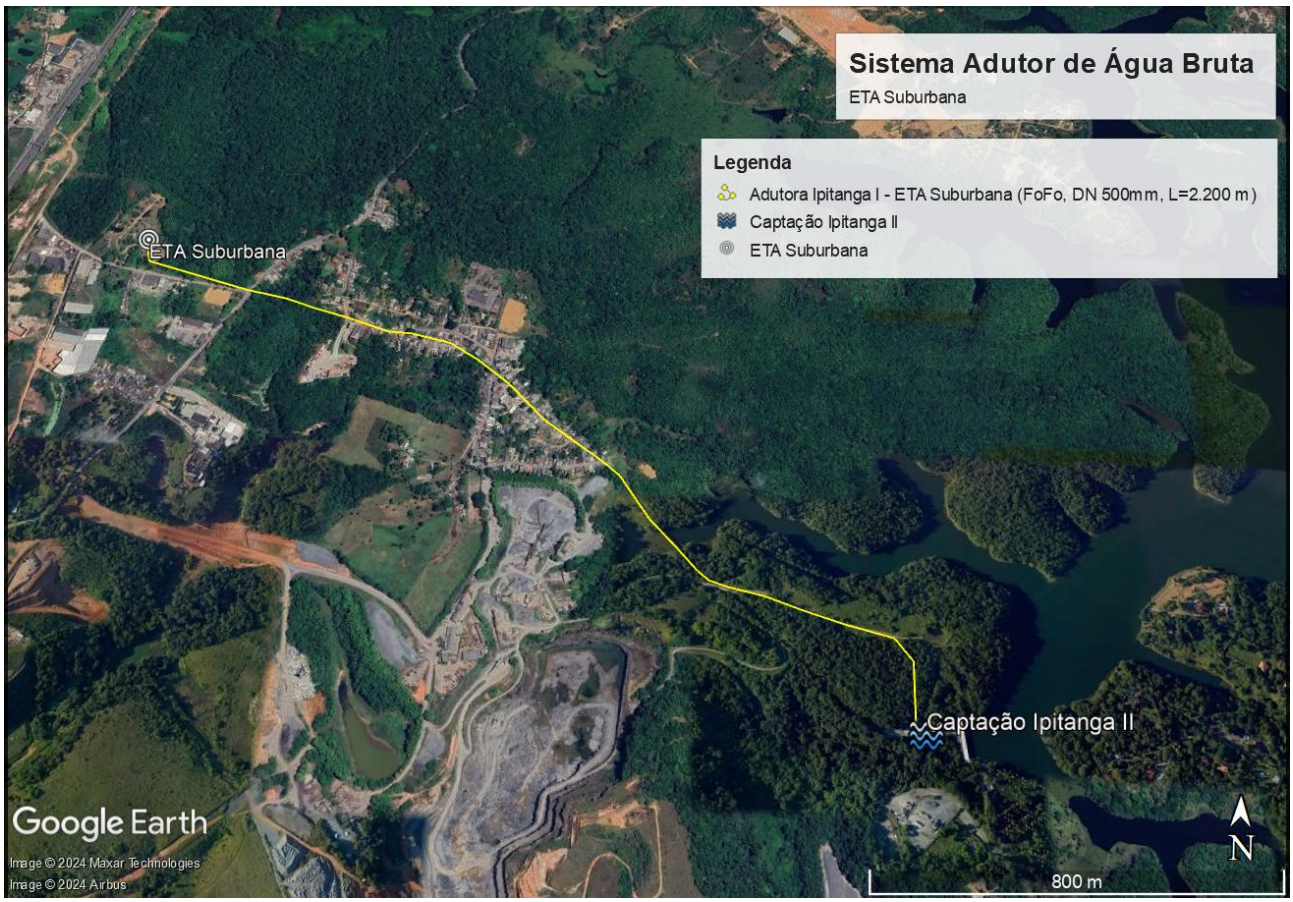


Figura 1.44 - Sistema Adutor de Água Bruta da ETA Suburbana
Fonte: Elaborado pela GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

1.5 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Esse item apresenta informações relacionadas às Estações de Tratamento de Água do SIAA de Salvador: ETA Principal, ETA Vieira de Mello e Teodoro Sampaio (Parque da Bolandeira) e ETA Suburbana. A **Figura 1.45** mostra a entrada das estações.



Figura 1.45 - Entrada das Estações de tratamento de Água do SIAA de Salvador
Fonte: ¹GEOHIDRO (2024), ²Embasa (2023c).

1.5.1 ETA Principal

A ETA Principal do SIAA de Salvador, inaugurada em 1991, está localizada no km 35 da BR-324, coordenadas geográficas 12°43'05.9"S e 38°26'26.7"W, nas proximidades da sede do distrito Menino Jesus. A ETA foi projetada para o tratamento da água captada no manancial rio Paraguaçu por meio da Adutora de Água Bruta de Pedra do Cavalo, mas posteriormente passou a receber também contribuições das represas Joanes II e de Santa Helena.

De acordo com os boletins anuais de volume aduzido/produzido da Embasa (apresentados no **ANEXO I**), no período de 2021 a 2023, a ETA Principal recebeu uma vazão média de 8.000 L/s, sendo cerca de 6.200 L/s provenientes da captação de água no lago de Pedra do Cavalo, e o restante proveniente da adutora de Joanes II. A capacidade nominal de tratamento da ETA informada é de 11.000 L/s.

A ETA Principal é do tipo convencional, constituída pelas seguintes unidades: câmara de chegada com vertedor Creager, 02 (dois) canais de água coagulada, 03 (três) módulos de floculação, 02 (dois) módulos de decantação convencional de fluxo horizontal, 04 (um) módulos de decantação laminar,14 (quatorze) filtros rápidos de fluxo descendente, 01 (um) reservatório de contato, 01 (um) reservatório de lavagem dos filtros, estação elevatória de água tratada, *standpipe* e casa de química, apresentadas na **Figura 1.46**.



Legenda

1. Câmara de Recepção da Água Bruta
2. Canais de água coagulada
3. Módulos 1 e 2 de floculação
4. Módulos de decantação convencional
5. Módulo 3 de floculação
6. Módulos de decantação de fluxo vertical
7. Filtros
8. Reservatório de contato
9. EEAT
10. Prédio administrativo/Casa de Química
11. *Standpipe*
12. Subestação elétrica

Figura 1.46 - Vista geral da ETA Principal e disposição das suas unidades
Fonte: GEOHIDRO (2024).

1.5.1.1 Chegada de Água Bruta

A **Figura 1.47** apresenta o caminho percorrido pela água na chegada à ETA Principal.

A câmara de recepção da água bruta (**Figura 1.48**) possui três compartimentos independentes, sendo que dois deles estão em operação, um recebe a água do sistema adutor de Pedra do Cavalo, e outro recebe a água do sistema adutor Joanes II. As adutoras de água bruta penetram na câmara de chegada pela parte inferior.

Destaca-se que no início da operação do sistema adutor Joanes II - ETA Principal, foi construída a câmara de mistura de água bruta na chegada das adutoras de Pedra do Cavalo e do Joanes II. A câmara de mistura (**Figura 1.49**) possui um sistema de chicanas verticais, funcionando como uma caixa de equalização, de modo a tornar mais homogênea a mistura das águas, cujas características apresentam grandes diferenças que influenciam no tratamento da água.

No início da câmara de mistura, existe um ponto de aplicação de sódio e barrilha para correção do pH (**Figura 1.50**), caso seja necessário. Ainda nessa câmara existe um ponto de pré-cloração (cloro gás) (**Figura 1.51**). Destaca-se que a qualidade da água captada no rio Joanes apresenta maior oscilação, principalmente no período chuvoso (março a maio), quando a água bruta apresenta maior concentração de amônia, demandando maior dosagem do cloro utilizado na pré-cloração.

Após percorrer o sistema de chicanas a água passa por um vertedor Creager (**Figura 1.52**) que tem as funções de medição de vazão e de dispersão e mistura dos coagulantes e do cloro (pré-cloração), aproveitando a queda d'água e a agitação resultante na câmara de descarga, a fim de desestabilizar as impurezas presentes na água. No lado posterior da câmara existem comportas que descarregam a água bruta para o canal de extravasão da ETA. Sobre o ressalto hidráulico formado nos vertedores Creager, é feita a aplicação do coagulante (**Figura 1.53**) por meio de uma meia cana com orifícios, sendo utilizado o sulfato de alumínio com dosagem média de 34 mg/L, conforme informado pelo técnico da Embasa.

Em seguida, a água é encaminhada aos floculadores por meio de dois canais de água coagulada. No seu trecho inicial também é realizada a pré-cloração (**Figura 1.54**). Os canais de água coagulada (**Figura 1.55**) possuem paredes laterais que funcionam como vertedores, despejando a água no canal lateral de extravasão. O canal da esquerda encaminha a água para os floculadores da linha de decantação convencional (1º e 2º módulos de floculação - **Figura 1.56**), enquanto o segundo canal alimenta o 3° módulo de floculação, que é interligado ao

decantador de fluxo vertical (**Figura 1.57**). Nesses canais existem pontos de aplicação de polímeros para auxiliar a floculação, sendo o polímero não-iônico com dosagem de 0,06 mg/L (**Figura 1.58**) e o polímero aniônico, aplicado quando necessário, mas geralmente não é utilizado (**Figura 1.59**).

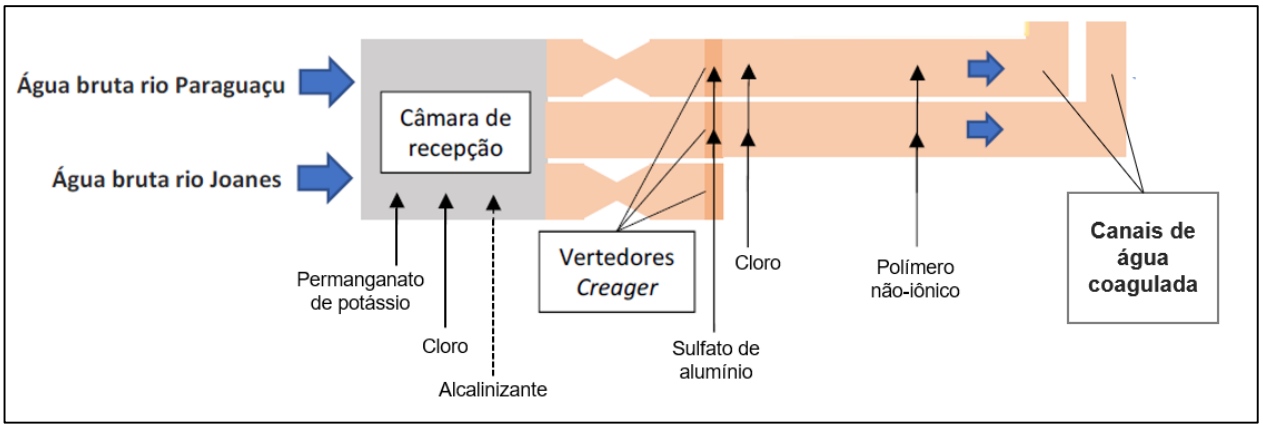


Figura 1.47 - Croqui da chegada da água bruta na ETA principal
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2023c).



Figura 1.48 - Compartimentos da câmara de chegada de água bruta da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.49 - Sistema de mistura de água bruta da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.50 - Ponto de aplicação de sódio e barrilha da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.51 - Ponto de pré-cloração na câmara de água bruta
Fonte: Embasa (2023c).



Figura 1.52 - Tubulações para Vertedouro Creager da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.53 - Ponto de aplicação do sulfato de alumínio na ETA Principal
Fonte: Embasa (2023c).



Figura 1.54 - Saída após vertedouro Creager e segundo ponto de pré-cloração na ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.55 - Canais de água coagulada da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.56 - Canal que alimenta o primeiro e o segundo módulos de floculação da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.57 - Canal que alimenta o terceiro módulo de floculação da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.58 - Ponto de aplicação de polímero não–iônico nos canais de água coagalada da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.59 - Ponto de aplicação de polímero aniônico no canal de água coagulada da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).

De acordo com a Embasa (2023c), existe no canal de água coagulada, próximo ao vertedouro CreagerI, existe também um ponto para dosagem de carvão ativado pulverizado (CAP). Embora não tenha sido identificado ou mencionado o uso do CAP durante a visita técnica na ETA Principal, a Embasa informou que esse composto é utilizado ocasionalmente.

A utilização do carvão ativado em pó auxilia na adsorção de compostos orgânicos, visando minimizar a formação de subprodutos orgânicos halogenados. Contudo, caso a adsorção seja uma etapa prevista no tratamento da água, o CAP deveria ser aplicado preferencialmente na captação ou na adutora de água bruta, uma vez que, quando aplicado próximo ao local de aplicação de cloro (pré-cloração), pode adsorver este oxidante, prejudicando a oxidação de compostos como amônia (EMBASA, 2023c).

1.5.1.2 Floculadores

A ETA Principal possui três módulos de floculação, cada um com 04 unidades de floculação com 04 câmaras em série com dimensões de 9,75 m x 9,75 m e profundidade em torno de 3,62 m, resultando assim em 16 câmaras de floculação em cada módulo. Nos primeiro e segundo módulos de floculação (**Figura 1.60**), cada câmara é equipada com agitadores mecânicos do tipo turbina que possuem motores-redutores (**Figura 1.61**). Os agitadores mecânicos de eixo vertical têm gradiente de velocidade decrescentes na seguinte sequência: 70 s^{-1}, 55 s^{-1}, 40 s^{-1} e 25 s^{-1}.

O terceiro módulo de floculação (**Figura 1.62**) também possui 16 câmaras, projetadas para funcionar com agitadores mecanizados, no entanto esses equipamentos ainda não foram instalados. De acordo com o representante da Embasa, os agitadores já foram adquiridos, tendo esses as mesmas especificações dos agitadores dos módulos 1 e 2. Contudo, o projeto de ampliação existente previu a instalação de agitadores com especificações diferentes aos adquiridos (EMBASA, 2018b), o que coloca em dúvida o seu aproveitamento.

Durante a construção do 3º módulo de floculação, o último grupo de câmaras de floculação do módulo existente foi transformado em canal de água floculada (**Figura 1.63**). Destaca-se ainda que na última câmara à direita da 4ª fileira do segundo módulo de floculação existe uma abertura na parede de concreto (**Figura 1.64** e **Figura 1.65**), que possibilita a passagem da água floculada nos módulos 1 e 2 para o canal de água floculada (canal de alimentação dos decantadores) do módulo 3.

A NBR 12216 recomenda um tempo de detenção entre 30 e 40 minutos para floculadores mecanizados, significando que os floculadores existentes poderiam receber uma vazão de até 7,65 m³/s, admitindo o tempo de detenção de 30 minutos [9,75 x 9,75 x 3,62 x 40 / (30 x 60) = 7,65 m³/s].

O principal problema observado referente aos módulos de floculação é que na atual configuração (interligação dos módulos), eles não podem ser isolados. De acordo com a equipe operacional, há a tendência de os módulos 1 e 2 alimentarem os dois decantadores convencionais e o módulo 3 os decantadores de alta taxa (EMBASA, 2023c).

Outro problema é a impossibilidade de esgotar os módulos de floculação 1 e 2 que possuíam descarga de fundo e tiveram sua função comprometida com a construção do 2º canal de água coagulada; tampouco o novo módulo de floculação, projetado sem descarga de fundo. O esgotamento dessas bacias de floculação só seria possível interrompendo a operação por longo período, o que comprometeria o tratamento de água na ETA. Para limpeza dos módulos de floculação, tem sido utilizada uma bomba submersível, não existindo frequência pré-estabelecida.



Figura 1.60 - Primeiro e segundo módulos de floculação da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.61 - Agitador mecânico da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).





Figura 1.62 - Terceiro módulo de floculação da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.63 - Canal de saída do segundo módulo da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.64 - Câmara de interligação com o canal de água floculada do terceiro módulo de floculação
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.65 - Detalhe do corte da parede de concreto da câmara de interligação
Fonte: Embasa (2021a).

Existem dois canais de água floculada, um que alimenta os dois decantadores convencionais e outro que alimenta os decantadores de alta taxa. A água floculada no módulo novo tende a apresentar qualidade inferior em relação ao módulo anterior, devido à ausência de agitadores mecanizados. Para minimizar esses efeitos, no segundo canal de água floculada, que alimenta os decantadores de alta taxa, é realizada a aplicação do polímero aniônico (**Figura 1.66**), com o objetivo de aumentar a velocidade de sedimentação dos flocos, e melhorar o desempenho da decantação. De acordo com a equipe operacional, a concentração aplicada é de 0,05 mg/L (EMBASA, 2024).

Conforme o projeto de ampliação da ETA Principal, a alternativa selecionada contempla a construção de dois novos módulos de floculação (F4 e F5), ao lado do terceiro módulo existente e um canal de água floculada (EMBASA, 2018b).

Na segunda etapa, após a construção do novo canal de água floculada, deverá ser realizada a recuperação das quartas câmaras dos floculadores F1 e F2, voltando à configuração inicial de quatro câmaras em série, e avaliada a conveniência de modificação da cortina distribuidora dos decantadores MD 1 e MD2. A interligação dos floculadores F1 e F2 com o canal de água floculada deverá ser desativada, sendo que cada floculador alimentará um decantador de fluxo horizontal. Para a realização desta modificação se faz necessário interromper o funcionamento dos decantadores de fluxo horizontal (EMBASA, 2018b).

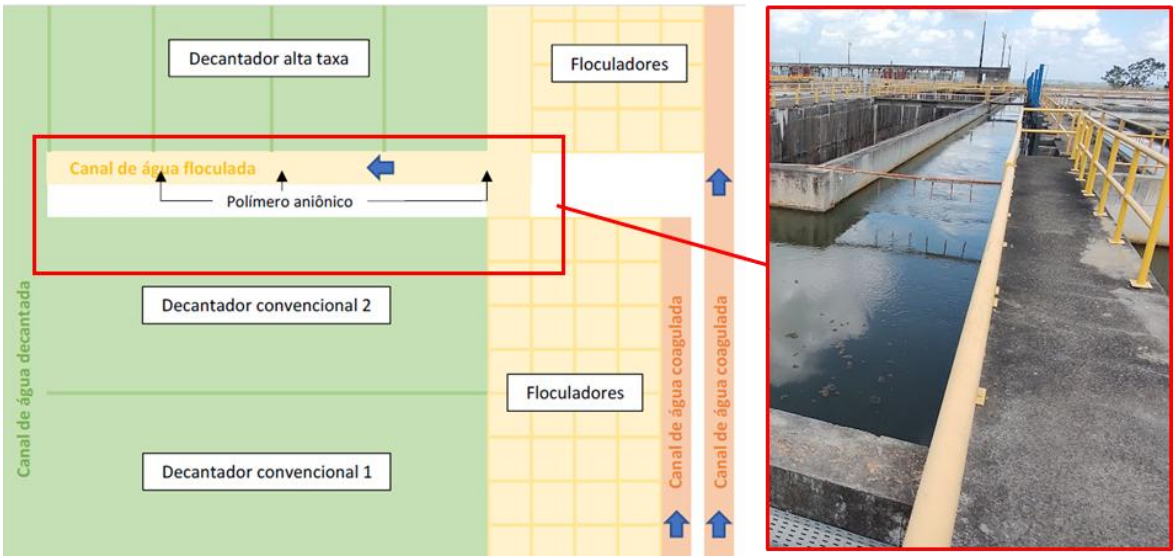


Figura 1.66 - Aplicação do polímero aniônico no canal de água floculada para os Decantadores de Alta Taxa
Fonte: Adaptado de Embasa (2023c).

1.5.1.3 Decantadores

A ETA Principal dispõe de três módulos de decantação, sendo dois de escoamento horizontal (decantadores convencionais) e quatro de escoamento vertical (decantadores de alta taxa).

Os decantadores convencionais (**Figura 1.67**) possuem, cada um, 119,4 m de comprimento e 39,64 m de largura e 4,80 m de profundidade. Considerando como 2/3 a área efetiva de decantação, ou seja, 2/3 x 119,40 x 39,64 = 3.155,3 m^2, descontando a área coberta com as calhas de coleta de água decantada, e considerando 1,30 m^3/s a vazão atual de cada decantador convencional, obtém-se uma taxa de escoamento superficial de 35,6 m^3/m^2/dia, valor inferior a 40 m^3/m^2/dia, limite máximo recomendado no item 5.10.4.1 da NBR 12216 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público. Não se recomenda o aumento da vazão escoada nos decantadores horizontais, uma vez que a velocidade longitudinal de escoamento [1,3 / (39,64 x 4,80) = 0,68 cm/s] está próxima do limite de arraste dos flocos (0,75 cm/s).

As descargas de fundo para remoção do lodo são realizadas de forma parcial diariamente, e de forma total a cada dois dias, alternando os decantadores. A lavagem geral dos decantadores acontece com frequência

trimestral. Para cada decantador convencional existem dois removedores de lodo que arrastam o lodo por meio de raspadores de fundo para o poço situado próximo ao centro do equipamento, de onde é descarregado por gravidade através da abertura de adufa de 200 mm de diâmetro. A área coberta pelos removedores de lodo equivale aproximadamente aos dois terços iniciais do decantador, zona onde se concentra 80% do material sedimentado. Os lodos e águas são despejados em um canal localizado entre os decantadores de alta taxa e convencional (**Figura 1.68**).

A coleta de água decantada é feita por dez calhas longitudinais com 44,80 m de comprimento, dispostas no trecho final de cada decantador convencional, representando 896 m de extensão de vertedor praticamente no limite da faixa recomendável entre 2 e 3 L/s x m. A área final onde se localizam as calhas de coleta de água decantada não conta com equipamento da retirada do lodo, devendo a limpeza, embora pouco frequente, ser feita mediante esvaziamento do decantador.

O terceiro módulo (**Figura 1.69**), de decantação de alta taxa (decantadores tubulares), é subdividido em 04 (quatro) câmaras de operação independente, equipadas com módulos tubulares de PVC (TALARICO, 2016). A alimentação dos decantadores de alta taxa é realizada por um canal principal de seção variável (*manifold*), por meio de 24 comportas laterais (6 por decantador). Esse canal tem como função distribuir equitativamente a vazão entre essas unidades (EMBASA, 2023c).

Os decantadores de alta taxa foram projetados para uma vazão de 6,0 m³/s, sendo 1,5 m³/s para cada câmara, com área de decantação de 39,8 x 29,65 = 1.180 m², correspondendo a uma taxa de aplicação superficial de aproximadamente 110 m³/m²/dia. Para decantadores tubulares, segundo Azevedo Neto ("Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água –Vol. II), a taxa de aplicação calculada em relação à área superficial da parte onde se encontram as placas geralmente está compreendida entre 150 e 240 m³/m²/dia. Isso sugere que a taxa de aplicação superficial dos decantadores tubulares da ETA Principal (110 m³/m²/dia), correspondente à vazão de projeto (6 m³/s), pode ser considerada conservadora.



Figura 1.67 - Módulos de decantação convencional da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.68 - Canal de descarga dos decantadores da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.69 - Módulo de decantação de alta taxa da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).

Após a decantação, a água é transportada para uma bateria de filtros, por meio do canal de água decantada que possui formato de U (**Figura 1.70**).





Figura 1.70 - Canal de água decantada da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).

É importante ressaltar que no "Projeto de adequações hidráulicas nos decantadores de alta taxa e nos filtros da ETA Principal", foi observado que a água floculada não está sendo distribuída uniformemente entre os 4 decantadores de alta taxa, e nem ao longo de um mesmo decantador. Além disso, constatou-se que os gradientes médios de velocidade nos canais de distribuição são elevados, o que pode gerar a ruptura de flocos, e levar a valores de turbidez elevados, causando prejuízos ao funcionamento dos filtros (EMBASA, 2021a).

De acordo com a inspeção realizada no Plano de Segurança da Água (PSA) do SIAA de Salvador, os picos de turbidez provavelmente são decorrentes das características hidráulicas e operacionais dos decantadores de alta taxa, alimentação dessas unidades, ou ao acúmulo e retirada do lodo (EMBASA, 2023c).

1.5.1.4 Filtros

A ETA Principal possui 14 filtros rápidos de fluxo descendente (**Figura 1.71**) com dupla camada filtrante (areia e antracito), sendo formados por duas câmaras, representando uma área de 166,3 m² para cada filtro. Considerando a área unitária, e a vazão atual de 8,5 m³/s da ETA Principal, os 14 filtros rápidos existentes operam com taxa de filtração de 315 m^3/m^2/dia. Segundo a norma NBR 12216 a taxa máxima de filtração em filtros rápidos de fluxo descendente não deve exceder 360 m^3/m^2/dia.

As entradas de água dos filtros são afogadas, existem válvulas modulantes na saída de água filtrada e um vertedor individual em cada filtro (EMBASA, 2023c).



Figura 1.71 - Filtros da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).

Os filtros são de fluxo descendente, funcionando a taxas declinantes variáveis, o que é assegurado pela entrada de água através de um canal comum para todas as unidades, sendo as comportas da entrada posicionadas em nível abaixo do N.A. mínimo dos filtros. Contudo, segundo a Embasa (2023c), algumas inadequações hidráulicas impedem a operação dos filtros nesse método, sendo elas:

- Meios filtrantes distintos entre os filtros (espessura e granulometria);
- Os filtros não operam afogados durante toda a carreira, possivelmente devido às diferenças de perdas de carga existentes entre eles, notadamente em relação às características do meio filtrante;
- Calhas de alimentação e de coleta de água de lavagem com alturas diferentes.

De acordo com a equipe da Embasa, a lavagem dos filtros é realizada a contracorrente, em sentido ascensional, e possui uma carreira de filtração, ou seja, tempo de funcionamento de um filtro entre lavagens, de 24 horas. Este tempo é superior ao intervalo de 18 horas previsto no projeto. Não foi informada a duração da lavagem nem a quantidade da água utilizada. Conforme mencionado no PARMS 2016, a água de lavagem dos filtros é proveniente de um reservatório elevado ("*standpipe")*, com volume suficiente para a lavagem de dois filtros, em tempo de lavagem de oito minutos. A água chega aos filtros por gravidade por meio de uma tubulação em aço carbono (DN 900). De acordo com o Plano de Segurança da Água (PSA) do SIAA de Salvador - Embasa (2023c), as lavagens do tipo subsuperficial e superficial não estão em operação atualmente.

Para evitar taxas filtrantes elevadas, que ocorrem logo após a lavagem dos filtros, existem caixas com vertedouros, uma para cada dois filtros contíguos, as quais recebem a água filtrada despejando-a no canal que a conduz para o reservatório de contato. Estes vertedouros, além de medir a vazão filtrada, servem para coleta de amostras para ensaios físico-químicos e impedem que o nível d'água nos filtros fique abaixo do nível superior da camada filtrante, evitando a entrada de ar nesta camada.

Conforme apresentado no PARMS 2016, o antracito vem sendo perdido gradativamente durante as lavagens. O representante da Embasa informou que nunca houve troca do material filtrante, mas entre 2019 e 2020 foi realizada a sua complementação.

Como consequências da perda de material filtrante, tem-se: redução da carreira de filtração, redução na qualidade da água filtrada, transpasse de turbidez e alumínio. No "Projeto Hidráulico de Melhorias nos Decantadores de Alta Taxa e nos Filtros da ETA Principal" foi mencionado que o *layout* das calhas de coleta de água de lavagem existentes favorece o aparecimento de zona morta, provocando aumento da velocidade ascensional da água de lavagem, e consequentemente arraste de grãos finos do meio filtrante (EMBASA, 2023c).

Portanto, recomenda-se que a manutenção do material filtrante ocorra na frequência adequada, pois, além da alta taxa de filtração conferida pelo leito filtrante quando funcionando de forma completa, a falta da camada de antracito propiciará a diminuição do tempo de lavagem dos filtros, com aumento substancial das perdas no período de lavagem.

1.5.1.5 Reservatório de Contato, Desinfecção e Fluoretação

Após a filtração, a água é encaminhada para o reservatório de contato (**Figura 1.72**), que possui capacidade de 36.500 m³, onde é realizada a desinfecção com cloro gás (**Figura 1.73**) e a aplicação do ácido fluossilício (flúor) (**Figura 1.74**). De acordo com o representante da Embasa, a dosagem de cloro varia de 4,8 a 7,7 mg/L, enquanto para o flúor utiliza-se 0,6 mg/L. Convém salientar que a dosagem de cloro não pode ser excessiva de modo a elevar o teor de trihalometanos, cujo limite foi fixado na Portaria nº 2914/11 do Ministério de Saúde em 100 ug/L. Atualmente o teor de THM na água tratada está bem abaixo de 100 µg/L. De acordo com a Embasa (2023c), o tempo de contato na câmara é de aproximadamente 1,5 horas, e quando necessário ocorre também a aplicação de alcanilinizante, para correção final do pH.

Como mencionado, a água captada no rio Joanes apresenta, no período chuvoso, maior concentração de amônia, demandando maior dosagem do cloro utilizado na pré-cloração. A presença de amônia na água bruta reduz o potencial de desinfecção, pois a amônia se combina com o cloro residual livre, formando as cloraminas, cujo poder de desinfecção é inferior ao do cloro livre. Dessa forma, em casos de ocorrência de picos de amônia na água bruta, é importante considerar as demandas de cloro para a oxidação dos compostos orgânicos presentes. Assim, as demandas de cloro podem ser superiores às estimadas para o *break point*.

De acordo com USEPA (1994) *apud* Embasa (2023c), mesmo após ser atingida a dosagem de *break point*, dependendo do pH da água, a presença de cloraminas mais resistentes pode persistir, em especial, as dicloraminas e tricloraminas. Geralmente, o pH abaixo de 8,0 favorece a presença das tricloraminas. Logo, para garantir a eficiência da desinfecção final, é importante que seja feita a verificação do *break point*, a partir do monitoramento de cloro livre e de cloro total na água decantada e de nitrogênio amoniacal na água bruta (na captação Joanes II e na mistura) e, quando possível, na água decantada (EMBASA, 2023c).



Figura 1.72 - Reservatório de contato da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.73 - Aplicação do cloro no reservatório de contato da ETA Principal
Fonte: Embasa (2023c).



Figura 1.74 - Aplicação do flúor no reservatório de contato ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024) (imagem esq.) e Embasa (2023c) (imagem dir.).

1.5.1.6 Sistema de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos

Os produtos químicos utilizados no tratamento são o sulfato férrico, barrilha de carbonato de sódio e/ou hidróxido de sódio, o cloro gasoso, o ácido fluossilícico, polímero aniônico, polímero não-iônico, permanganato de potássio, e carvão ativado em pó (ocasionalmente).

O **Quadro 1.22** apresenta as informações sobre o local de aplicação, dosagens praticadas e estruturas de armazenamento e preparo, conforme o PSA SIAA de Salvador - Embasa (2023c).

A **Figura 1.75** e a **Figura 1.76** apresentam as estruturas de armazenamento e os sistemas de dosagem dos produtos químicos.

Quadro 1.22 - Produtos químicos utilizados na ETA principal

Produto químico	Função	Local de aplicação	Dosagem aplicada	Tipo de dosagem	Estrutura de preparo/ armazenamento	Observações
Permanganato de potássio	Pré-oxidação	Câmara de recepção de água bruta (compartimento de mistura da água bruta dos rios Paraguaçu e Joanes)	0,2 a 0,6 mg/L (1)	Bomba dosadora	03 tanques de preparo 01 tanque para dosagem Armazenamento do produto em pó em baldes de 25 kg	Cerca de 260 baldes em estoque no dia 26/04/2022
Cloro gás	Pré-cloração e pós-cloração (desinfecção final)	Pré-coloração: Chegada de água bruta do rio Joanes (câmara de recepção de água bruta) Após vertedor Creager (canais de água coagulada) Pós-cloração: Câmara de contato	Cerca de 12 mg/L (1)	06 Cloradores e 06 evaporadores: 02 para aplicação na chegada do rio Joanes (capacidade total dos injetores = 378 kg/h) 02 para aplicação no canal de água coagulada (capacidade total dos injetores = 190 kg/h) 02 para pós-cloração (capacidade total dos injetores = 190 kg/h). Capacidade total de cerca de 18 t/d	02 carretas de 20 t na bateria, sendo 01 carreta em uso e 01 carreta vazia; 02 carretas na espera. Sistema reserva: cilindros de 900 kg (10 cilindros) e 01 evaporador e 01 clorador; sistema de dosadores de hipoclorito de cálcio (Hypocal) para uso em situações de interrupção de energia elétrica (dosagem por gravidade)	A sala de cilindros de cloro não possui lavador de gás. Sistema de dosagem de hipoclorito de cálcio garante autonomia de cerca de 2 horas para atender as demandas de condições normais de operação.
Barrilhas de carbonato de sódio e/ou hidróxido de sódio	Alcalinizante (correção de pH de coagulação e correção final de pH)	Câmara de recepção de água bruta (pré-alcalinização) Câmara de contato (pósalcalinização)	1,5 a 5,5 mg/L (2)	Pré-alcalinização: Bomba dosadora Pós-alcalinização: dosagem por gravidade e/ou bomba dosadora	Barrilhas de carbonato de sódio: Armazenamento em sacos (25 kg) ou bags (1 t) e tanques de preparo Hidróxido de sódio: 10 bombonas de armazenamento	Será implantado um sistema de preparo e dosagem de cal hidratada
Sulfato de alumínio (produto comercial líquido)	Coagulante	Sobre o ressalto hidráulico (vertedor Creager)	24,0 a 61,0 mg/L (2)	Dosagem por gravidade (meia-cana com orifícios) ou por bombas dosadoras	06 tanques de armazenamento (70 m³ cada) e 02 tanques reserva para armazenamento de sulfato de alumínio ou policloreto de alumínio (PAC)	02 bombas de transferência sendo 01 reserva (bombeamento dos tanques para o sistema de dosagem)
Polímero não-iônico	Auxiliar de floculação	Início do canal de água coagulada	0,02 a 0,80 mg/L (2) (3)	Bombas dosadoras	Tanque de preparo e armazenamento do produto em pó em sacos	01 bomba dosadora
Polímero aniônico	Auxiliar de floculação	03 pontos de aplicação no canal de alimentação dos decantadores de alta taxa	0,02 a 0,80 mg/L (2) (3)	Bomba dosadora	Tanque de preparo e armazenamento do produto em pó em sacos	02 bombas dosadoras (1 reserva)
Ácido fluossilícico	Fluoretação	Câmara de contato	0,50 a 0,76 mg/L (2)	Bomba dosadora	02 tanques de armazenamento de (25 m³ cada) e 2 tinas de dosagem	A dosagem de flúor é mantida preferencialmente em 0,7 mg F- /L
Carvão ativado em pó (CAP)	Adsorção	Canal de água coagulada, próximo ao vertedor Creager	Sem informação	Sem informação	Sem informação	Aplicado ocasionalmente

(1) De acordo com registros de dosagem e/ou informações fornecidas pela Embasa (2) Dados extraídos da planilha de registro de dosagens referentes ao período de janeiro de 2020 a dezembro de 2021 (3) Registros de dosagem não se as dosagens são de polímero não-iônico ou aniônico ou de ambos (dosagem total de polímero).

Fonte: Embasa (2023c; 2024).



Figura 1.75 - Estruturas de armazenamento de produtos químicos da ETA Principal
Fonte: Embasa (2023c).



Figura 1.76 - Sistemas de dosagens dos produtos químicos da ETA Principal
Fonte: Embasa (2023c).

1.5.1.7 Extravasores das águas de lavagem dos filtros e lodos dos decantadores

As águas extravasadas no processo de tratamento são descarregadas em um canal de concreto que contorna os decantadores e filtros (**Figura 1.77**), com capacidade de transportar a vazão final do projeto da ETA. Deste canal a água é encaminhada por tubulação de aço até um fundo de vale, terminando com uma estrutura de dissipação de energia e daí seguindo para a calha do rio Joanes.

As descargas de águas de lavagem de filtros e dos lodos dos decantadores atualmente são feitas com lançamento final na vertente da bacia do Joanes, nas proximidades da ETA. Conforme informado no PARMS 2016, a quantidade de lodos na ETA é bastante reduzida em vista da pouca turbidez da água bruta.

Quanto à Estação de Tratamento de Lodo (ETL) da ETA Principal, cujo projeto foi contratado pela Embasa, a execução da obra foi contratada em 2022, por meio do contrato nº 460019321. Contudo, durante a visita técnica, realizada em janeiro de 2023, não foi observada obra em execução, apenas havia sido realizada a terraplanagem no local a ser implantada a ETL. Conforme o distrato de contrato nº. 005/24, o contrato nº 460019321 foi rescindido bilateralmente em fevereiro de 2024.



Figura 1.77 - Extravasores das águas de lavagem dos filtros e lodos dos decantadores
Fonte: GEOHIDRO (2024).

Além da disposição ambientalmente adequada das águas de lavagem e lodos, o tratamento dos lodos terá como benefício o reaproveitamento das águas resultantes da separação da fase líquida da fase sólida, reduzindo, assim, as perdas de água no tratamento a menos de 1% da vazão de água bruta. Salienta-se que as perdas de água atuais no sistema de tratamento do SIAA de Salvador correspondem a 10%, conforme os dados do COPAE de out/22 a nov/23. Conforme o projeto da EMBASA (2018b), o sistema de tratamento dos lodos será composto das seguintes unidades:

- 01 Tanque de equalização,
- 01 Estação elevatória,
- 03 tanques de adensamento primário do lodo, com duas câmaras cada,
- 04 equipamentos de adensamento secundário do lodo (3+1),
- 04 conjuntos desaguadores (3+1), com bombas para recalque, equipamentos de dosagem de polímero e prensas rotativas C-Press.

O tanque de equalização terá a função de receber as descargas de lodo dos decantadores e lavagem dos filtros, armazenando-as e liberando uma vazão constante para os adensadores. Ou seja, o tanque de equalização terá a função de regularizador das vazões afluentes.

A estação elevatória deverá contar com dois recalques. O primeiro deverá ser equipado com três conjuntos motobomba em paralelo (3+0) para propiciar o recalque da vazão equalizada para os tanques de adensamento primário. O segundo recalque deverá ter o arranjo similar (2+1), e será responsável por recalcar a vazão de água clarificada equalizada entre o poço de sucção de água clarificada e a entrada da ETA. O projeto propõe que os conjuntos motobomba dos dois recalques sejam idênticos, para demandar um único conjunto de reserva e facilitar a manutenção.

O adensamento primário contará com três tanques, cada um deles será subdividido em duas câmaras independentes. As câmaras contarão com dois raspadores de fundo, cada, para facilitar a remoção do lodo, que será realizada por descargas de fundo, de maneira semelhante aos decantadores de fluxo horizontal da ETA. A sedimentação do lodo permitirá um volume sobrenadante bastante clarificado que será recalcado para reaproveitamento na entrada da ETA.

Os lodos dos tanques de adensamento primário serão encaminhados para três poços de sucção do sistema de adensamento secundário. Em seguida, passará por um barrilete, com três entradas e quatro saídas. Nas saídas do barrilete estão previstos quatro conjuntos de adensamento em paralelo, sendo um reserva (3+1), contendo bombas para recalque do lodo, equipamentos de dosagem de polímero e mesas adensadoras.

Os adensadores terão a função de remover o máximo de água possível, produzindo um lodo concentrado. Tanto no adensamento primário, quanto no adensamento secundário está prevista a aplicação de polímero, buscando melhor desempenho da sedimentação.

Por fim, o lodo adensado será encaminhado ao sistema de desaguamento, que contará com quatro poços de sucção e quatro conjuntos desaguadores em paralelo (3+1), contendo bombas para recalque, equipamentos de dosagem de polímero e prensas rotativas C-press. A aplicação de polímero também será importante para melhoria do desempenho do desaguamento.

A vazão sobrenadante do sistema de desaguamento será conduzida por gravidade para o tanque de equalização da ETL.

1.5.1.8 Laboratório de Análises da Qualidade da Água

A ETA Principal conta com um laboratório (**Figura 1.78**) que realiza diversas análises de parâmetros físico-químicos, e bacteriológicos, entre eles: cor, turbidez, ferro, alumínio, flúor, amônia, condutividade elétrica.

De acordo com o PMSBI de Salvador (2023), os resultados de todas as análises são registrados no SISTRAT, sistema de informação desenvolvido por alguns colaboradores dessa unidade, que foi expandido para utilização nas unidades da RMS. Nesse sistema também é possível observar todas as informações de dosagem de produtos químicos, vazões, inclusive dos reservatórios de captação, e o índice de qualidade da água (IQA), indicador interno da Embasa calculado pelo sistema (PMSBI de Salvador, 2023).



Figura 1.78 - Laboratório de análises da qualidade da água na ETA principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).

1.5.1.9 Ampliação da ETA Principal

No âmbito do "Projeto Básico de Ampliação da ETA Principal e da Estação Elevatória de Água Tratada e Implantação do Sistema de Tratamento de Efluentes da ETA", contratado pela Embasa (2018b) e elaborado pela Hita Engenharia e Arquitetura, foram analisadas três alternativas para ampliação da ETA, sendo descritas a seguir:

- **Alternativa 1:**

Nessa alternativa, propõe-se, em primeira etapa, a construção do terceiro canal de água coagulada similar ao existente, dois novos floculadores com as mesmas dimensões dos existentes, um decantador de alta taxa com capacidade de 6,0 m³/s e 24 câmaras de decantação, e uma bateria de 22 filtros.

Na segunda etapa, foi proposto a retirada de funcionamento dos dois módulos mais antigos da ETA para intervenções necessárias sendo elas:

- Reconstituir as quatro câmaras em série dos floculadores, e recuperar ou substituir os agitadores, e construção de novo canal de água floculada;

- Transformação dos dois decantadores convencionais em decantadores de alta taxa, com 24 módulos de decantação em cada.

- Recuperação dos fundos e material filtrante dos 14 filtros, e possivelmente, substituição da comporta de admissão de água decantada por válvula com acionamento elétrico.

- **Alternativa 2:**

Essa alternativa se diferencia da primeira apenas na localização dos novos filtros, sendo quatro em frente ao decantador 3, ao lado dos filtros existentes, e os outros 18 filtros no local previsto na alternativa.

- **Alternativa 3:**

Na primeira etapa, propõe-se a construção de 11 novos filtros, totalizando 25 filtros na ETA, nessa etapa. As intervenções nos demais filtros ocorre de forma gradativa, com a retirada de quatro ou três filtros por vez.

Portanto, a configuração prevista da ETA ampliada consiste em:

- 5 floculadores, incluindo os três existentes;
- 4 decantadores de fluxo vertical, considerando o aproveitamento do decantador de fluxo vertical existente, a construção de novo decantador, de fluxo vertical e, numa segunda etapa, a modificação dos dois decantadores existentes de fluxo horizontal, transformando-os em decantadores de fluxo vertical;
- 36 filtros, incluindo os 14 filtros existentes. A taxa de filtração média seria de 281,4m³/m²/dia. Estando um filtro em lavagem essa taxa seria de 289,4m³/m²/dia;
- O aproveitamento do reservatório de água tratada existente;
- O aproveitamento da Casa de Química existente, com ampliação dos sistemas de preparo, dosagem, estocagem e aplicação dos reagentes;
- A introdução de lavagem dos filtros com ar.

1.5.2 ETAs do Parque da Bolandeira

São duas as ETA no parque de tratamento da Bolandeira: a ETA Vieira de Mello, construída em 1963 com capacidade de 1.220 L/s e a Teodoro Sampaio, de construção mais recente (1972), com capacidade de 2.500 L/s. Ambas foram ampliadas em 1978 para comportar uma vazão de 2.500 L/s cada. Atualmente, o volume de água bruta aduzido para as ETAs do Parque da Bolandeira é de aproximadamente 3.500 L/s (conforme mostra os boletins de volume aduzido/produzido de 2021 a 2023 - **ANEXO I**). Vale salientar que com vazões maiores, a qualidade da água tratada nas ETA é reduzida. A vazão de água tratada aduzida foi de aproximadamente 3.200 L/s no mesmo período.

O Parque da Bolandeira dispõe de um compartimento recebimento (caixa de reunião) da água bruta aduzida pelas duas adutoras do sistema Joanes I – Bolandeira, a partir do qual as ETA Vieira de Mello e Teodoro Sampaio são atendidas. Além dessa, chega ao Parque a adutora do sistema Ipitanga I – Bolandeira. A **Figura 1.79** apresenta a vista geral do Parque da Bolandeira.



Figura 1.79 - Vista geral do Parque da Bolandeira
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Google Earth (2024) e Embasa (2023c).

A seguir serão abordadas as características principais destas unidades e suas deficiências.

1.5.2.1 Caixa de reunião de água bruta

Na caixa de reunião há possibilidade da aplicação de carvão ativado pulverizado (CAP) e de permanganato de potássio (**Figura 1.80**), contudo, no dia da visita técnica, os produtos não estavam sendo aplicados na caixa de reunião. Conforme detalhado nos itens a seguir, a aplicação de CAP é realizada nos canais de água coagulada das ETA. O permanganato de potássio é aplicado no início da captação de água na barragem Joanes I. De

acordo com o técnico da Embasa, a aplicação do permanganato na caixa de reunião geralmente ocorre no verão.



Figura 1.80 - Pontos de aplicação de carvão ativado e permanganato de potássio na caixa de reunião
Fonte: Embasa (2023c).

1.5.2.2 ETA Vieira de Mello

A ETA Vieira de Mello (**Figura 1.81**) é constituída por duas câmaras de chegada, calha Parshall, canal de água coagulada, quatro floculadores seguidos de quatro decantadores de alta taxa, dez filtros convencionais rápidos, tanque de contato para armazenamento da água clarificada e tanque coletor das descargas dos decantadores e da lavagem dos filtros.



Figura 1.81 - Vista geral da ETA Vieira de Mello
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Google Earth (2024).

A. Chegada da água bruta

A chegada da água bruta na ETA Vieira de Mello ocorre por meio das duas câmaras existentes.

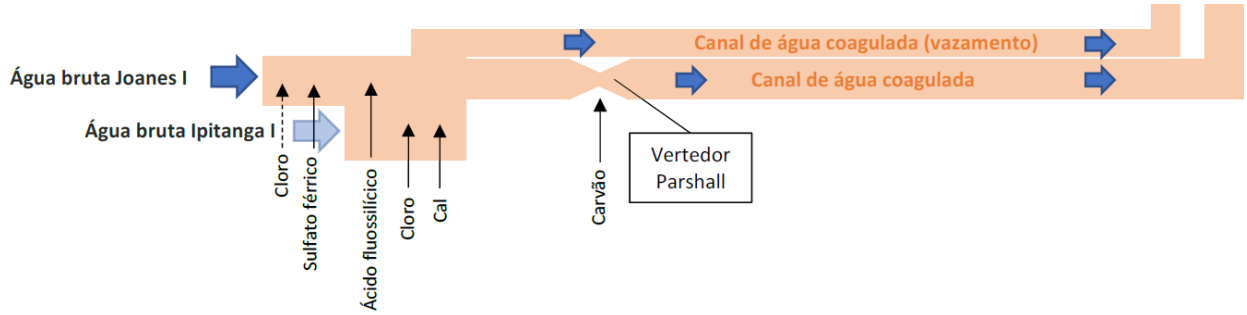


Figura 1.82 - Entrada de água bruta na ETA Vieira de Mello
Fonte: Adaptado de Embasa (2023c).

Na primeira câmara, que recebe a água proveniente do sistema adutor Joanes I, ocorre a aplicação do coagulante, o sulfato férrico (**Figura 1.83**), e em seguida é aplicado o ácido fluossilícico (**Figura 1.84**).

Após receber o coagulante e flúor, a água do rio Joanes se encontra com a água bruta proveniente da barragem Ipitanga I, que ingressa na ETA por meio da segunda câmara de recepção. A partir da mistura dessas duas águas, é feita a aplicação de cal hidratante que atua como alcalinizante (cal hidratada) (**Figura 1.85**).

A pré-cloração pode ser realizada em dois pontos, sendo um na câmara de entrada da água bruta do sistema do rio Joanes (**Figura 1.84**) e o outro após a entrada da água do rio Ipitanga (**Figura 1.85**). Durante a visita técnica realizada pela equipe da Geohidro, a dosagem do cloro estava sendo realizada no primeiro ponto.

Em seguida a água passa pela calha Parshall, onde recebe o carvão ativado (**Figura 1.86**), que tem como função a remoção da cor, sabor e odor da água. Vale destacar que a calha Parshall cumpre a função de promover a dispersão do carvão ativado, entretanto, o regime turbulento observado nesse dispositivo sugere restrições à obtenção de medida confiável de vazão.



Figura 1.83 - Aplicação do sulfato férrico na Câmara de chegada da água bruta do sistema adutor Joanes I
Fonte: [1] Embasa (2023c); [2] GEOHIDRO (2024).



Figura 1.84 - Aplicação do cloro na Câmara de chegada da água bruta do sistema adutor Joanes I
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.85 - Câmara de chegada após a entrada de água bruta do sistema adutor Ipitanga I
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.86 - Canais de água coagulada, calha Parshall e ponto de aplicação do carvão ativado
Fonte: GEOHIDRO (2024).

B. Floculadores

A ETA Vieira de Mello possui 4 (quatro) floculadores (**Figura 1.87**), com 14,0 m de largura e 22,0 m de comprimento, e 6 (seis) câmaras mecanizadas, resultando assim em um total de 24 câmaras de floculação. Cada câmara possui um agitador do tipo palheta de eixo vertical.

Cada decantador possui volume útil de 968 m³, considerando a vazão de entrada de 2.000 L/s, tem-se o tempo médio de detenção de 32 minutos (EMBASA, 2023c). A NBR 12216 recomenda um tempo de detenção entre 30 e 40 minutos para floculadores mecanizados. Destaca-se que para tanto, a vazão deveria ser distribuída equitativamente entre os módulos de floculação. No entanto, conforme mencionado no PSA Salvador – Embasa (2023c), o canal que alimenta os floculadores possui seção constante, o que não garante a distribuição equitativa entre os módulos de floculação, indicando que algumas unidades podem operar com maior vazão do que outras. Vale destacar que cada floculador possui comportas na entrada, cuja abertura é regulada com base na observação da qualidade da água decantada, a qual pode indicar sobrecarga de vazão.



Figura 1.87 - Módulo de floculação na ETA Vieira de Mello
Fonte: GEOHIDRO (2024).

C. Decantadores

Cada floculador alimenta um decantador de alta taxa (**Figura 1.88**). Existem três decantadores com módulos tubulares em PVC rígido (seção quadrada com 0,05 m por 0,60 m e inclinação de 60º), e um decantador com placas paralelas (**Figura 1.89**).

Conforme o PSA Salvador – Embasa (2023c), as dimensões dos decantadores são 14,0 m de largura e 28,55 m de comprimento, o que confere uma área de aproximadamente 400 m². Considerando a vazão de 2.000 L/s, tem-se uma taxa média de escoamento superficial de aproximadamente 108 m³/m².dia, parâmetro considerado aceitável pelas normas brasileiras.

Durante a visita técnica, foi possível observar que alguns módulos tubulares dos decantadores estão soltos, como mostra a **Figura 1.90**, o que gera a ressuspensão de flocos e prejudica a qualidade da água decantada.



Figura 1.88 - Decantadores de alta taxa da ETA Vieira de Mello
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.89 - Decantador de placas paralelas da ETA Vieira de Mello
Fonte: GEOHIDRO (2024).

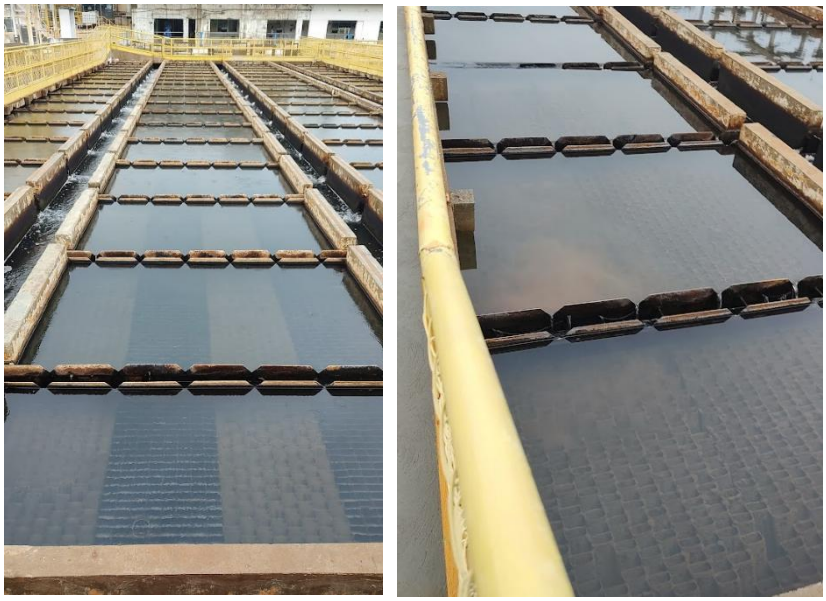


Figura 1.90 - Decantador de módulo tubular da ETA Vieira de Mello
Fonte: GEOHIDRO (2024).

Outro problema mencionado pela equipe operacional é que algumas calhas coletoras de água decantada recebem mais água que outras devido ao desnivelamento dos vertedores triangulares laterais às calhas. Para evitar fluxos preferenciais que possam acarretar arraste de flocos, é recomendável que se faça com maior frequência o ajuste de nível destes vertedores.

De acordo com o Plano de Segurança da Água do SIAA de Salvador, são realizados dois tipos de descarga do lodo, as descargas totais, também chamadas de “descargas de fundo”, com duração de cerca de 10 minutos, as quais ocorrem diariamente, fechando as comportas de entrada dos floculadores. E as descargas parciais, ou “descargas de frente”, com duração de 30 segundos a 2 minutos, essas são realizadas a cada 3 horas ou quando é observada ressuspensão de flocos, e não é necessário o fechamento das comportas (EMBASA, 2023c).

No entanto, durante a visita técnica realizada pela equipe da Geohidro, foi informado que as descargas de fundo não estão sendo realizadas, pois durante o reenchimento do decantador, ocorre a quebra de flocos da água floculada, prejudicando o desempenho da decantação. Sendo assim, estão sendo realizadas apenas as descargas parciais, a cada 3 horas, com duração aproximada de 1 minuto. Além disso, é realizada descarga para jateamento, que possui frequência mensal, com duração aproximada de um turno. Essa operação obedece a um ciclo semanal, ou seja, a cada semana é realizado o jateamento de um decantador.

Existe uma zona morta (**Figura 1.91**) entre a extremidade dos decantadores e os filtros, a qual tem comunicação com o canal de descarga de lodo. Esta zona é usada como tanque de sedimentação do lodo dos decantadores e filtros. A descarga dos decantadores é encaminhado, por recalque, para o emissário submarino da Boca do Rio, operado pela BRK.



Figura 1.91 - Zona morta da ETA Vieira de Mello
Fonte: GEOHIDRO (2024).

D. Filtros

A ETA Vieira de Mello possui 10 filtros de fluxo descendente (**Figura 1.92**). O canal de alimentação dos filtros é comum para as 10 unidades, sendo este alimentado por 3 tubulações de cada decantador. Os filtros são constituídos por camada única de areia.

O método de operação (taxa constante ou taxa declinante variável) nos filtros da ETA Vieira de Mello é indefinido, pois alguns operam com a entrada e as calhas afogadas enquanto outros não, devido ao descontrole da vazão afluente a cada filtro. Isto ocorre principalmente porque o meio filtrante dos filtros possui diferentes granulometrias e espessuras, gerando diferentes perdas de carga (EMBASA, 2023c). Vale destacar que no projeto, a espessura da camada filtrante é de 0,60m. O tamanho efetivo dos grãos varia entre 0,7 e 1,0 mm.

De acordo com a equipe operacional da ETA, os filtros possuem carreira de filtração de cerca de 24 horas, sendo que pode chegar até 15 horas na época de estiagem, provavelmente por conta da proliferação de algas. Vale salientar que as diferenças entre os meios filtrantes dos filtros afetam a duração das carreiras de filtração.

Abaixo do canal de alimentação do filtro, há um outro canal que encaminha a água filtrada ao respectivo vertedor de saída (um vertedor para cada dois filtros) e também conduz a água para a lavagem do filtro (EMBASA, 2023c).



Figura 1.92 - Filtro de fluxo descendente da ETA Vieira de Mello
Fonte: GEOHIDRO (2024).

A lavagem dos filtros é realizada com água no sentido ascensional, oriunda de um reservatório elevado, que tem como função apenas o fornecimento de água para lavagens. Este reservatório tem capacidade de armazenamento de 300 m³ e é alimentado por meio de uma linha de recalque com tomada de água no reservatório de contato, interligada a dois conjuntos motobombas de 125 CV e vazão de 370 L/s (regime de funcionamento: um em operação e o outro de reserva).

A lavagem dura aproximadamente de 5 a 6 minutos, sendo que existe uma limitação para lavagens mais longas devido à capacidade reduzida da bomba de enchimento do reservatório. Ao final da lavagem, caso a água não se apresente clarificada o suficiente, pode ser realizada uma segunda lavagem (EMBASA, 2023c). Não é realizada lavagem superficial nos filtros.

Como mencionado no PARMS 2016, durante a lavagem à contracorrente, observa-se deficiente distribuição do fluxo devido, à forma alongada do filtro, sendo as camadas filtrantes mais afastadas da entrada de água submetidas à lavagem insuficiente.

Os fundos dos filtros são compostos por tubos perfurados de PVC que coletam a água filtrada, e transportam para uma caixa vertedora. Por meio desses tubos, ocorre também a chegada das águas de lavagem. Os vertedores estão localizados nas galerias apresentadas na **Figura 1.93**.

Durante visita técnica realizada pela equipe da Geohidro, o representante da Embasa destacou que, em março de 2021, foi elaborado o "Projeto Hidráulico do Sistema de Lavagem com Ar dos Filtros das ETAs do Parque da Bolandeira", que contempla a substituição do meio filtrante dos filtros, com adequações no fundo dos filtros e implantação de um sistema de lavagem com ar. Não há informações sobre a execução dessas intervenções.

Vale destacar que as ETAs do Parque da Bolandeira são bastante vulneráveis a enchentes, já tendo ocorrido inundações na estação elevatória de baixa carga, com a interrupção do bombeamento e danos aos equipamentos de bombeio. Esse problema, aliado à pouca disponibilidade de espaço, torna contraindicada a ampliação das unidades existentes.

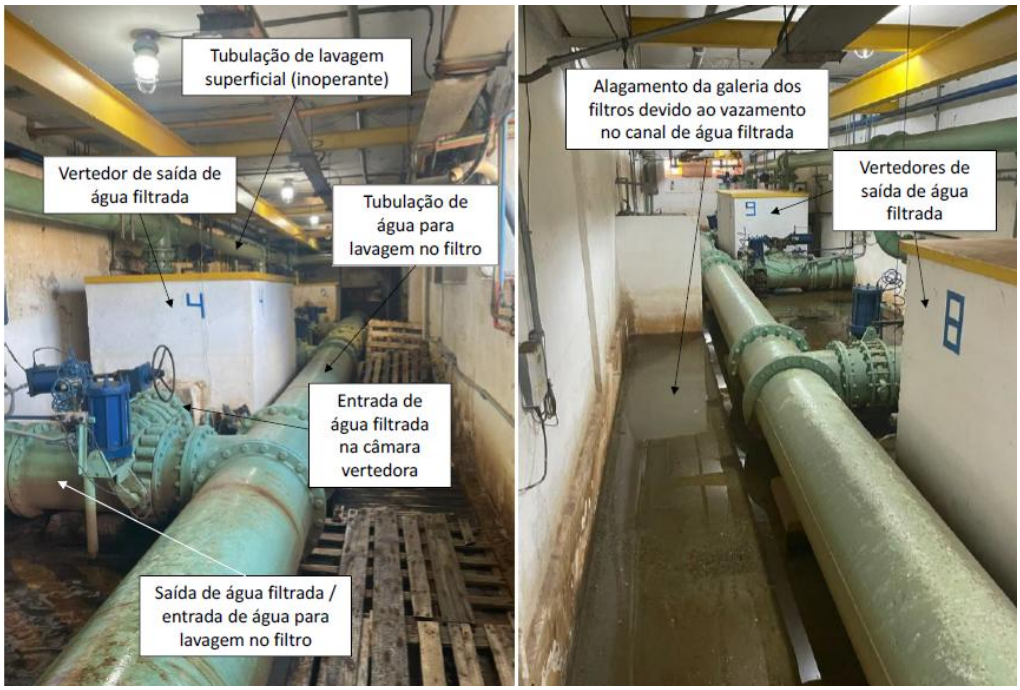


Figura 1.93 - Galeria dos filtros da ETA Vieira de Mello
Fonte: Embasa (2023c).

E. Reservatório de contato

Após a filtração, a água é encaminhada para o tanque de contato, reservatório de água filtrada, com capacidade de armazenamento de 3.000 m³, onde é feita a pós-cloração, fornecendo água para o reservatório R1 (Duna), reservatório de Alta Carga e para o reservatório de lavagem dos filtros.

1.5.2.3 ETA Teodoro Sampaio

A ETA Teodoro Sampaio possui configuração similar à ETA Vieira de Mello, com pequenas distinções.

A. Chegada da água bruta

De acordo com o PSA Salvador, a ETA recebe a água bruta proveniente das captações Joanes I e Ipitanga I na mesma câmara de chegada, onde ocorre a pré-cloração, aplicação do coagulante (sulfato férrico) e do ácido fluossilícico. Não existe dispositivo de mistura rápida para aplicação desses produtos, o que pode prejudicar a mistura, sobretudo do coagulante (EMBASA, 2023c). A água segue pelo canal de água coagulada, que está localizado no centro da ETA, como pode ser observado na **Figura 1.94**.



Figura 1.94 – Vista geral da ETA Teodoro Sampaio
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Google Earth (2024).

No canal central, ocorre a aplicação de suspensão de cal hidratada por gravidade por meio de meia-cana com orifícios e a aplicação do carvão ativado. No final do canal central de água coagulada ocorre a divisão em dois canais menores (**Figura 1.95**) que alimentam os floculadores (EMBASA, 2023c).



Figura 1.95 - Canal de água coagulada da ETA Teodoro Sampaio
Fonte: Embasa (2023c).

A **Figura 1.96** mostra os pontos de aplicação dos produtos na entrada da água bruta na ETA Teodoro Sampaio.

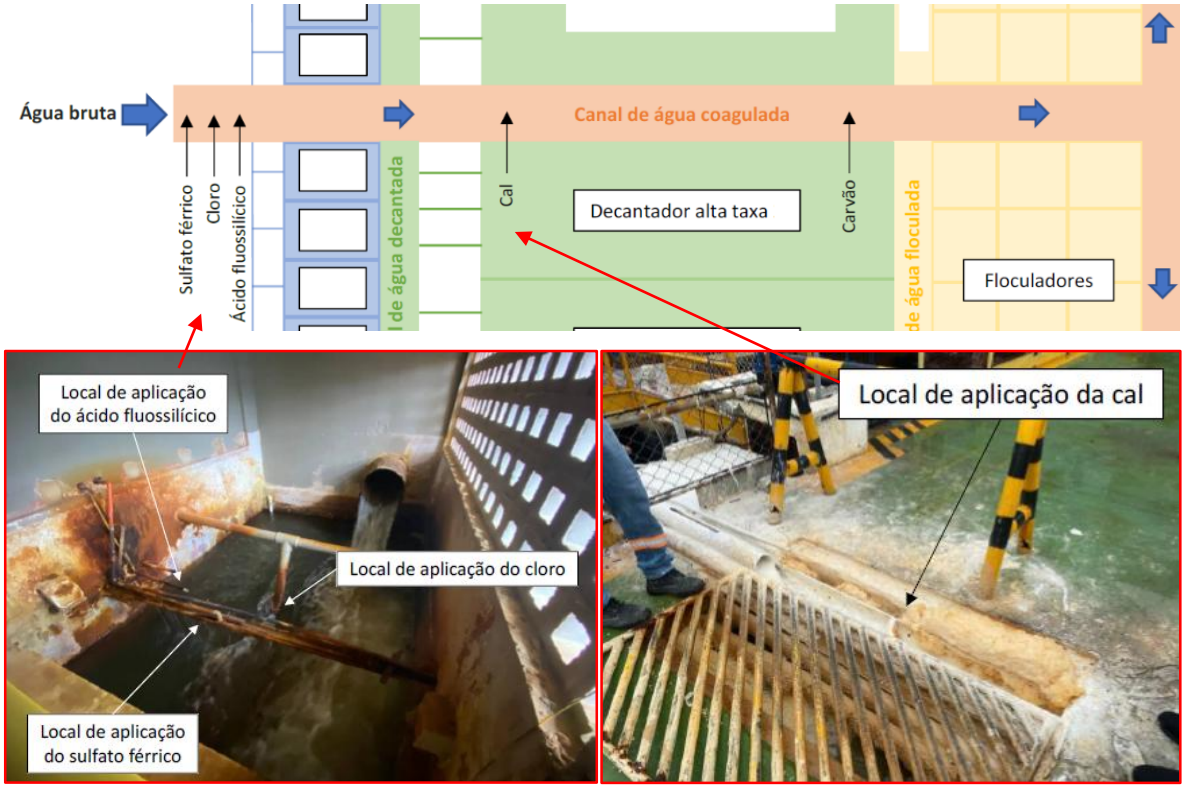


Figura 1.96 - Pontos de aplicação dos produtos químicos na entrada da ETA Teodoro Sampaio
Fonte: Adaptado de Embasa (2023c).

B. Floculadores e decantadores

Na sequência do tratamento, a água chega aos floculadores mecanizados, que possuem as mesmas características dos módulos de floculação da ETA Vieira de Mello, e em seguida aflui aos decantadores de alta taxa. Os quatro decantadores são constituídos de módulos tubulares de PVC rígido (seção quadrada com 0,05 m por 0,60 m e inclinação de 60º). Nessa ETA também ocorre o desprendimento de alguns módulos, causando a ressuspensão de flocos nos decantadores.

C. Filtros

A ETA Teodoro Sampaio também possui 10 filtros de fluxo descendente. As considerações realizadas para a etapa de filtração da ETA Vieira de Mello também são válidas para essa ETA. Vale destacar que o reservatório de água de lavagem dos filtros tem capacidade de armazenamento de 400 m³.

D. Reservatório de contato

Por fim, a água chega ao reservatório de contato, que tem capacidade de armazenamento de 3.000 m³, onde ocorre a aplicação do cloro.

A **Figura 1.97** apresenta as infraestruturas e equipamentos da ETA Teodoro Sampaio.



Figura 1.97 - Equipamentos e estruturas da ETA Teodoro Sampaio
Fonte: Adaptado de Embasa (2023c).



Figura 1.97 - Equipamentos e estruturas da ETA Teodoro Sampaio **(continuação)**
Fonte: Adaptado de Embasa (2023c).

1.5.2.4 Sistema de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos

Os produtos químicos utilizados no tratamento no Parque da Bolandeira são o sulfato férrico, cal hidratada, o cloro gasoso, o ácido fluossilícico, carvão ativado e permanganato de potássio.

A seguir apresenta-se as informações sobre o local de aplicação, dosagens praticadas e estruturas de armazenamento e preparo (**Quadro 1.23**).

A **Figura 1.98** e a **Figura 1.99** mostram como são realizados o armazenamento e a dosagem dos produtos.

Quadro 1.23 - Produtos químicos utilizados nas ETA Vieira de Mello e Teodoro Sampaio

Produto químico	Aplicação	Local de aplicação	Faixa de dosagem aplicada (1)	Tipo de dosagem	Estrutura de preparo/armazenamento	Observações
Permanganato de potássio	Pré-oxidação	Captação Joanes I e Ipitanga I Caixa de Reunião	ETA VIEIRA DE MELLO: 0,30 a 1,91 mg/L ETA TEODORO SAMPAIO: 0,61 a 3,05 mg/L	Bombas dosadoras	Não verificado	Na ocasião da visita estava sendo aplicado somente na captação
Carvão ativado em pó (CAP)	Adsorção	Caixa de Reunião e/ou ETA VIEIRA DE MELLO: Ponto convergente do vertedor *Parshall* no canal de água coagulada ETA TEODORO SAMPAIO: Canal de água coagulada	ETA VIEIRA DE MELLO: 2,00 a 19,30 mg/L ETA TEODORO SAMPAIO: 0,76 a 22,80 mg/L	ETA VIEIRA DE MELLO e TEODORO SAMPAIO: 2 bombas dosadoras (9.500 L/h)	Armazenamento em sacos de 500 kg e 2 tanques de preparo	Na ocasião da visita não estava sendo aplicado na Caixa de Reunião. O armazenamento e dosagem de carvão ativado fica instalado somente na ETA Teodoro Sampaio
Sulfato férrico (produto comercial em pó)	Coagulante	ETA VIEIRA DE MELLO e ETA TEODORO SAMPAIO: Câmara de chegada da água bruta	ETA VIEIRA DE MELLO: 10,40 a 118,95 mg/L ETA TEODORO SAMPAIO: 52,13 a 115,33 mg/L	ETA VIEIRA DE MELLO: 2 bombas dosadoras (3.000 L/h) ETA TEODORO SAMPAIO: 2 bombas dosadoras (600 L/h)	6 tanques de armazenamento (20 m³ cada), no dia da visita havia 2 tanques vazios e 1 em manutenção	Tanques de armazenamento compartilhados entre as ETA. Pode ser dosado por gravidade, se necessário
Ácido fluossilícico	Fluoração	ETA VIEIRA DE MELLO e ETA TEODORO SAMPAIO: Câmara de chegada da água bruta	ETA VIEIRA DE MELLO: 0,02 a 1,01 mg/L ETA TEODORO SAMPAIO: 0,12 a 1,17 mg/L	ETA VIEIRA DE MELLO: 2 bombas dosadoras (75 L/h) ETA TEODORO SAMPAIO: 2 bombas dosadoras (50 L/h)	2 tanques de armazenamento (20 m³ cada)	Tanques de armazenamento compartilhados entre as ETA. Pode ser dosado por gravidade, se necessário
Cloro gás	Pré-cloração e pós-cloração (desinfecção final)	ETA VIEIRA DE MELLO: Câmara de chegada de água bruta Joanes I e Ipitanga I ETA TEODORO SAMPAIO: Câmara de chegada de água bruta	ETA VIEIRA DE MELLO: 2,60 a 63,40 mg/L ETA TEODORO SAMPAIO: 5,40 a 63,30 mg/L	ETA VIEIRA DE MELLO: Clorador 1 (pré): 200 kg/h Clorador 2 (pós): 200 kg/h ETA TEODORO SAMPAIO: Clorador 3 (pré): 200 kg/h Clorador 4 (pós): 80 kg/h Reserva: Clorador 5: 80 kg/h Clorador 6: desativado	Cilindros de 900 kg (aprox. 20)	O armazenamento e sistema de dosagem do cloro gás está instalado nas dependências da ETA Vieira de Mello
Cal	Alcalinizante (correção de pH de coagulação)	ETA VIEIRA DE MELLO e ETA TEODORO SAMPAIO: Início do canal de água coagulada	Sem informações	ETA VIEIRA DE MELLO e TEODORO SAMPAIO: Gravidade (meia-cana com orifícios)	Armazenamento em sacos de 900 kg e preparo realizado com sistema de braços mecânicos por ar comprimido	Cada ETA possui sua própria estrutura de armazenamento, preparo e dosagem. Será instalado um sistema de dosagem por silos em cada ETA

Fonte: Embasa (2023c).



Figura 1.98 - Armazenamento de produtos químicos no Parque da Bolandeira
Fonte: Adaptado de Embasa (2023c).



Figura 1.99 - Dosagem de produtos químicos no Parque da Bolandeira
Fonte: Adaptado de Embasa (2023c).

1.5.2.5 Laboratório de Análise da Qualidade da Água

A ETA Vieira de Mello possui um laboratório de análise da qualidade da água (**Figura 1.100**), onde são realizadas as análises de rotina para o monitoramento da água nas duas ETAs do Parque da Bolandeira.

São realizadas leituras de pH, cor e turbidez das águas bruta, floculada e tratada; alcalinidade das águas bruta e tratada; e flúor na água tratada; cloro residual livre após a pré e a pó

s-cloração; além de leituras de turbidez da água filtrada de todos os filtros, de nitrogênio amoniacal, absorvância 254 e NPOC na água bruta, decantada e tratada (EMBASA, 2023c).

Na ETA Teodoro Sampaio há um turbidímetro de bancada que é usado na mesa de controle operacional. Alguns filtros da ETA Teodoro Sampaio possuem turbidímetros de escoamento contínuo (EMBASA, 2023c), ilustrados na **Figura 1.101**.



Figura 1.100 - Laboratório de Qualidade da Água na ETA Vieira de Mello
Fonte: Adaptado de Embasa (2023c).



Figura 1.101 - Turbidímetros na ETA Teodoro Sampaio
Fonte: Adaptado de Embasa (2023c).

1.5.2.6 Implantação da Estação de Tratamento de Lodo das ETAs do Parque da Bolandeira

Como mencionado anteriormente, as descargas dos decantadores e da lavagem dos filtros é encaminhada, *in natura*, para essa Estação Elevatória de Esgoto do Saboeiro.

Em 2022, por meio do contrato nº. 460018319, firmado entre a Embasa e a Sanescon, foi finalizado o projeto básico de engenharia de implantação dos sistemas de manejo e disposição final de efluentes das ETA Teodoro Sampaio e Vieira de Mello.

A alternativa selecionada no projeto básico, contempla o encaminhamento do lodo gerado nos decantadores das ETA Vieira de Mello e Teodoro Sampaio de forma equalizada para a Estação de Condicionamento Prévio (ECP) do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) Salvador por meio da EEE Saboeiro, operada pela BRK. Da ECP, o efluente é encaminhado para Disposição Oceânica de Esgotos, por meio do emissário submarino Jaguaripe, localizado na Boca do Rio. No sistema projetado, a água de lavagem dos filtros será separada do lodo proveniente das descargas dos decantadores, sendo encaminhada ao Sistema de Recuperação e Recirculação (EMBASA, 2022).

Conforme o projeto elaborado em 2022, a descarga de lodo dos decantadores no canal da zona morta é considerada deficitária ou incompleta, visto que o decantador e o canal operam como vasos comunicantes e, neste caso, não ocorre descarga livre, havendo uma carga hidráulica contrapondo a do decantador, a fim de equalizar as cargas das duas unidades. Dessa forma, à medida que o efluente eleva o seu nível no canal da zona morta, a carga hidráulica no decantador diminui, dificultando a saída total do lodo acumulado no fundo dos decantadores. Em função das condições topográficas do Parque da Bolandeira, plana e ao nível do mar, a possibilidade de se implantar um sistema de esgotamento de lodo por gravidade e com descarga livre é praticamente nula.

No que concerne às águas de lavagem, na ETA Vieira de Mello, a descarga ocorre por uma tubulação que interliga o canal de água de lavagem ao rio das Pedras, em concreto, DN 1000 mm. No sistema projetado, essa

tubulação será desativada, tendo em vista que está passando por baixo da área da subestação da Coelba, dificultando qualquer intervenção. Na ETA Teodoro Sampaio, atualmente, o canal de água de lavagem dos filtros está interligado a uma caixa externa à ETA e, desta, o efluente é encaminhado para um tanque de água de lavagem. No entanto, em função do volume ser insuficiente, o tanque existente não será aproveitado pelo sistema projetado e a tubulação existente deverá ser desativada.

Destaca-se que cada ETA terá seu sistema de recirculação individual, e idênticos, composto por tanque de água recuperada e estação elevatória de recirculação. O volume de água proveniente da lavagem dos filtros de cada ETA será direcionado para o respectivo tanque de água recuperada (TAR), em seguida, recalcada pela Estação Elevatória de Água Recuperada (EEAR) para entrada de água bruta do sistema (Caixa de Reunião), retornando de forma cíclica ao processo de tratamento.

Portanto, as unidades projetadas para a Estação de Tratamento de Lodo são:

- 2 Tanques de água recuperada;
- 1 Tanque de Equalização de Lodo para as duas ETA;
- 3 Estações elevatórias de lodo;
- 2 Estações elevatórias de água recuperada;
- 1 Chaminé de Equilíbrio;
- Novas caixas de passagem e tubulações de interligação das unidades projetadas.

1.5.2.7 Possibilidade de Ampliação das ETA

Devido às limitações de área no Parque da Bolandeira, não é recomendável a ampliação das ETA Vieira de Mello e Teodoro Sampaio. A vazão a tratar nas duas ETA deve ser limitada a 3.500 L/s, pois, nas ocasiões em que tratou-se vazões maiores, houve uma sensível piora na qualidade da água tratada. A capacidade das ETA deve ficar, portanto, aquém da capacidade prevista no projeto (5.000 L/s).

O crescimento das demandas das áreas atendidas pelas ETA deverá ser complementado ou coberto com a vazão produzida na ETA Principal.

1.5.3 ETA Suburbana

A ETA Suburbana (**Figura 1.102**) está localizada no município de Simões Filho, nas imediações da BR-324, próximo à divisa com Salvador. Tem capacidade nominal da ordem de 300 L/s. A ETA Suburbana foi retirada de operação em maio de 2022, devido à redução significativa da qualidade da água bruta na barragem de Ipitanga II.

De acordo com o Plano de Segurança da Água do SIAA de Salvador, a ETA voltou a operar em abril de 2022, mas sem distribuir água à rede, no entanto, em maio do mesmo ano foi novamente desativada, assim permanecendo até o presente momento, conforme informado pela equipe operacional (EMBASA, 2023c). Convém ressaltar que o PARMS 2016 já havia recomendado a desativação dessa ETA, com a anuência da Embasa, devido às dificuldades operacionais envolvidas no tratamento, cuja tecnologia é inadequada para atender às atuais condições de qualidade da água.

A ETA Suburbana é composta por oito filtros diretos de fluxo ascendente (filtro russo), diferentemente das demais ETA, do tipo convencional, que apresentam as etapas de floculação e decantação independentes.



Figura 1.102 - Vista da ETA Suburbana
Fonte: Adaptado de Google Earth (2024).

A. Chegada de água bruta

Conforme o Plano de Segurança da Água do SIAA de Salvador, na chegada à ETA Suburbana, a água bruta recebe o oxidante, permanganato de potássio, ainda na adutora (EMBASA, 2023c). Em seguida, é realizada a pré-cloração, sendo aplicada uma mistura de cloro e hipoclorito de sódio gerado *in loco*. Após essas dosagens, a água chega a uma câmara de recepção, onde recebe a dosagem do coagulante, o sulfato de alumínio, e o ácido fluossilícico (flúor), como mostra a **Figura 1.103**.

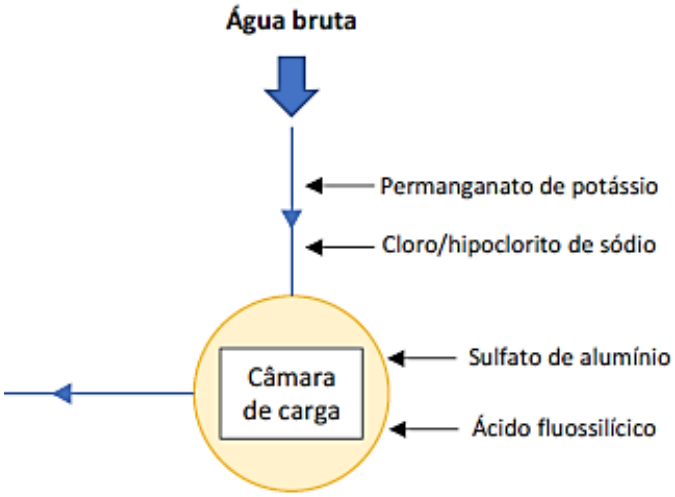


Figura 1.103 - Croqui esquemático da entrada de água na ETA Suburbana
Fonte: Adaptado de Embasa (2023).

As figuras a seguir (**Figura 1.104** a **Figura 1.107**) mostram a câmara de chegada da água bruta na ETA Suburbana e os pontos de aplicação dos produtos químicos mencionados acima.



Figura 1.104 - Câmara de chegada da água na ETA Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).



Figura 1.105 - Ponto de aplicação do sulfato de alumínio na câmara de chegada da ETA Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).



Figura 1.106 - Ponto de aplicação do cloro/hipoclorito de sódio na adutora de água bruta da ETA Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).



Figura 1.107 - Ponto de aplicação do sulfato de alumínio na adutora de água bruta da ETA Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).

B. Filtros

A ETA Suburbana possui 8 (oito) filtros de fluxo ascendente (**Figura 1.108**), dispostos em duas baterias paralelas. Cada filtro possui 1 (uma) câmara filtrante, com aproximadamente 5 metros de largura e 5 metros de comprimento. O meio filtrante é constituído de uma camada simples de areia, com espessura de projeto de 2 metros. A água filtrada coletada verte para um canal central, e em seguida é conduzida ao tanque de contato (EMBASA, 2023c).

A carreira de filtração tem duração aproximada de 24 horas, podendo reduzir para 12 horas a depender da qualidade da água bruta. Apesar de existir um reservatório elevado na ETA (**Figura 1.109**) que possuía função de armazenar a água para lavagem, os filtros são lavados com água proveniente da ETA Principal, visto que o reservatório está com sua estrutura comprometida (EMBASA, 2023c).

De acordo com o Plano de Segurança da Água do SIAA de Salvador - Embasa (2023c), entre os problemas das estruturas de filtração, destaca-se que a vazão não é distribuída de forma equitativa entre as duas baterias, devido à diferença das perdas de cargas no encaminhamento da água da câmara de recepção até os filtros. Também foi destacado o desnivelamento das calhas coletoras de água filtrada (**Figura 1.110**), resultando em diferentes vazões coletadas. Além disso, há diferenças nos fundos dos filtros, sendo alguns de blocos cerâmicos e outros do tipo “espinha-de-peixe”. Nas reposições de meio filtrante, alguns filtros receberam material novo, enquanto outros receberam uma parte de material reprocessado, gerando diferença de desempenho entre eles (EMBASA, 2023c).

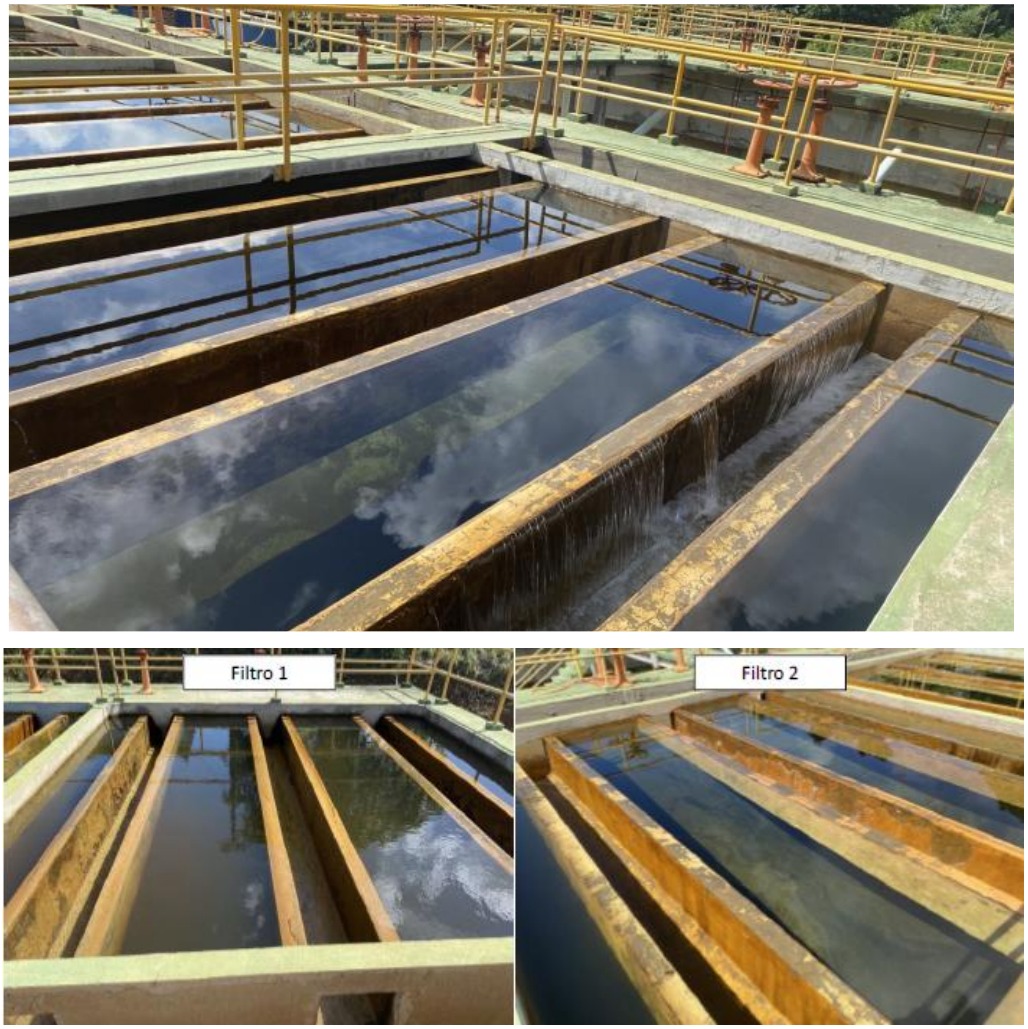


Figura 1.108 - Filtros da ETA Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).

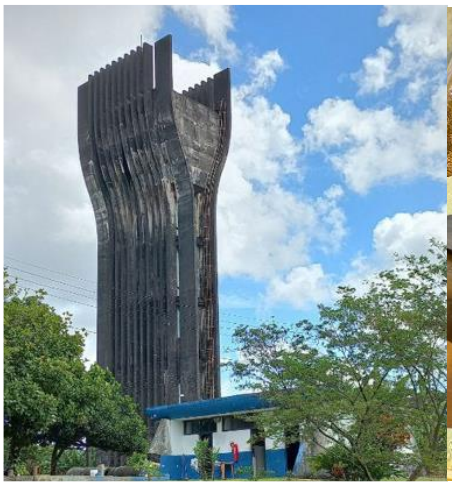


Figura 1.109 - Reservatório de distribuição e lavagem dos filtros da ETA Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).



Figura 1.110 - Calhas coletoras de água filtrada com diferentes vazões na ETA Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).

C. Reservatório de Contato

No tanque de contato (**Figura 1.111**), com volume de 150 m³, é feita a aplicação de hipoclorito de sódio. O tempo de contato no tanque é de aproximadamente 3 minutos.



Figura 1.111 – Canal de coleta que encaminha a água filtrada para o tanque de contato (esquerda) e tanque de contato com ponto de desinfecção (direta)
Fonte: Embasa (2023c).

D. Sistema de Preparação e Dosagem dos coagulantes

Os produtos químicos utilizados no tratamento são: permanganato de potássio, cloro gás, hipoclorito de sódio, sulfato de alumínio e ácido fluossilícico (flúor).

O **Quadro 1.24** apresenta as informações sobre o local de aplicação, dosagens praticadas e estruturas de armazenamento e preparo, conforme o PSA SIAA de Salvador - Embasa (2023c).

A **Figura 1.112** apresenta as estruturas de armazenamento e os sistemas de dosagem dos produtos químicos.

Quadro 1.24 - Produtos químicos utilizados na ETA Suburbana

Produto químico	Aplicação	Local de aplicação	Faixa de dosagem aplicada (1)	Tipo de dosagem	Estrutura de preparo/armazenamento	Observações
Permanganato de potássio	Pré-oxidação	Adutora de água bruta (entrada da ETA)	2,5 mg/L	2 bombas dosadoras, sendo 1 reserva (60 L/h cada)	2 tanques de preparo e dosagem (no dia da visita apenas 1 tanque em uso) Armazenamento do produto em pó em baldes de 25 kg	Os tanques operam como vasos comunicantes devido a registros de saída quebrados
Cloro gás	Pré-cloração	Adutora de água bruta (entrada da ETA)	16 a 21 mg/L	1 clorador (270 kg Cl2/dia)	4 cilindros de 900 kg na bateria (1 em uso e 3 em espera)	De acordo com os operadores, a bomba de arraste de cloro esteve quebrada durante algum tempo e, na ocasião da visita, um terceiro clorador (reserva) não estava funcionando.
Hipoclorito de sódio	Pré-cloração	Adutora de água bruta (entrada da ETA)		1 clorador (240 kg Cl2/d) Sistema de geração *in loco* de hipoclorito de sódio (180 kg Cl2/dia)	Armazenamento de sal (cloreto de sódio) em sacos de 25 kg 2 tanques de preparo de solução 1 tanque de armazenamento da solução	
Sulfato de alumínio (produto comercial líquido)	Coagulante	Caixa de chegada de água bruta (câmara de recepção)	14 a 16 mg/L	Meia-cana com orifícios	1 tanque de armazenamento (capacidade 22 m³) 1 tanque de dosagem (intermediário)	3 bombas para sucção do tanque de armazenamento para o tanque intermediário, estando, na ocasião da visita, 2 bombas em uso, e outra fora de operação. Uma das bombas em uso é a bomba reserva para aplicação de flúor (30L/h). A outra bomba em uso tem capacidade para dosar 9 L/h
Ácido fluossilícico	Fluoração	Câmara de recepção de água bruta	S/I	3 bombas dosadoras, 2 em uso e outra fora de operação, sendo que uma das bombas em uso é a bomba reserva para aplicação de flúor (30 L/h). A outra bomba em uso tem capacidade para dosar 9 L/h	1 tanque de armazenamento (capacidade 22 m³)	Tubulação de recebimento de ácido fluossilícico é a mesma para o do sulfato de alumínio (Figura 9.27), o que pode provocar mistura dos produtos

(1) Dosagens aplicadas entre os dias 25 e 27 de abril de 2022.

Fonte: Embasa (2023c)



Figura 1.112 - Estrutura de armazenamento e dosagem dos produtos químicos da ETA Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).

E. Laboratório de Qualidade da Água

Na área da ETA Suburbana, existe um pequeno laboratório (**Figura 1.113**), onde são realizadas análises da qualidade da água quando a ETA está em operação. Esse laboratório conta com equipamentos para determinação de pH, cor aparente, turbidez, ferro, NPOC e nitrogênio amoniacal das águas bruta e tratada; leituras de turbidez na água filtrada de cada filtro; e leituras de cloro residual livre e condutividade na água tratada. Os equipamentos encontram-se em bom estado de conservação. As instalações do laboratório também funcionam como sala de controle da ETA (EMBASA, 2023c).



Figura 1.113 - Laboratório de Qualidade da Água da ETA Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).

F. Aproveitamento da ETA Suburbana

As dificuldades para o tratamento da água na ETA Suburbana face à incompatibilidade entre o processo tecnológico empregado e o avançado estágio de eutrofização da represa Ipitanga II, além da sua operação dispendiosa com elevado índice de perdas, indicam que a ETA deve manter-se desativada. As demandas atendidas pela ETA Suburbana atualmente são atendidas pela ETA Principal.

1.5.4 Avaliação da Qualidade da Água Tratada do SIAA de Salvador

Face à indisponibilidade de dados atuais, solicitados à Embasa na fase de coleta de dados, apresenta-se a seguir as principais observações dos estudos do PMSBI de Salvador (2023), relacionadas à qualidade da água tratada nas ETA do SIAA de Salvador. O período analisado compreendeu os meses de janeiro de 2016 a setembro de 2020, sendo os resultados analisados à luz da Portaria GM/MS nº 05/2017. Ressalta-se que em maio de 2021 foi promulgada a Portaria GM/MS Nº 888, que substituiu a anterior.

- ***E. coli****:* os resultados foram satisfatórios, com algumas exceções, sendo constatada a presença de *E. coli,* de modo pontual, na ETA Vieira de Mello no ano de 2020, e na ETA Teodoro Sampaio nos anos de 2016 e 2019.
- **Coliformes totais**: em todos os anos houve resultados não conformes com a legislação, com exceção do ano de 2020 na ETA Teodoro Sampaio e do ano de 2019 na ETA Suburbana, que apresentaram 100% de conformidade.
- **Cloro residual livre**: a ETA principal e a ETA Suburbana apresentaram 100% de conformidade em quase todos os anos, exceto 2019 na ETA Principal e 2020 na ETA Suburbana. Para as ETAs do Parque

da Bolandeira, tem-se 100% de conformidade no ano de 2020 na ETA Teodoro Sampaio. Nos demais anos, os resultados apresentaram inconformidades. Vale destacar que as amostras anômalas no geral se referem a resultados superiores ao limite estabelecido, com exceção, da ETA Suburbana que apresentou resultado abaixo do mínimo de cloro residual recomendado.

- **Turbidez**: nenhuma das estações atingiu um resultado satisfatório, com destaque para a ETA Suburbana, que apresentou muitas amostras em não conformidade, alcançando 0% de amostras conformes em 2019.
- **Cor aparente**: nenhuma ETA apresentou 100% das amostras em conformidade, sendo que a ETA Suburbana apresentou 50% das amostras com resultado insatisfatório em 2019.
- **pH**: a ETA Principal e a ETA Teodoro Sampaio não atenderam integralmente a legislação em nenhum dos anos analisados, enquanto as análises apresentaram 100% de conformidade na ETA Suburbana nos anos de 2017 e 2019, e na ETA Vieira de Mello nos anos de 2018 e 2020.
- **Fluoreto**: os resultados foram 100% satisfatórios em quase todos os anos, com exceção do ano de 2019 na ETA Principal e 2018 nas ETAs do Parque da Bolandeira.
- **Ferro total**: com exceção da ETA Teodoro Sampaio que apresentou 20% de amostras não conformes no ano de 2018, todas as outras análises estavam em conformidade com a legislação.
- **Trihalometanos total**: A ETA Principal e a ETA Suburbana apresentaram 100% de conformidade nas amostras analisadas, no entanto, as ETAs do Parque da Bolandeira apresentaram amostras anômalas em todos os anos (exceto 2016 na ETA Vieira de Mello). Destaca-se o ano de 2020 para a ETA Teodoro Sampaio em que apenas 33% das amostras apresentaram conformidade.
- **Gosto, Odor. Nitrito, Nitrato e Amônia**: todos os resultados apresentaram 100% de conformidade.

1.6 SISTEMA ADUTOR DE ÁGUA TRATADA

O sistema adutor de água tratada compreende o transporte da água tratada até o sistema de distribuição. A **Figura 1.114** apresenta o croqui esquemático do sistema adutor de água tratada do SIAA de Salvador.

Nesse item, são apresentadas as seguintes infraestruturas do SIAA de Salvador:

- Adutoras de água tratada: entre as estações de tratamento de água e os reservatórios;
- Subadutoras de água tratada: partem de um reservatório para alimentar outro
- Estações elevatórias que recalcam a água tratada das ETA para os reservatórios.

Nos subitens a seguir, consta a descrição detalhada dessas infraestruturas.

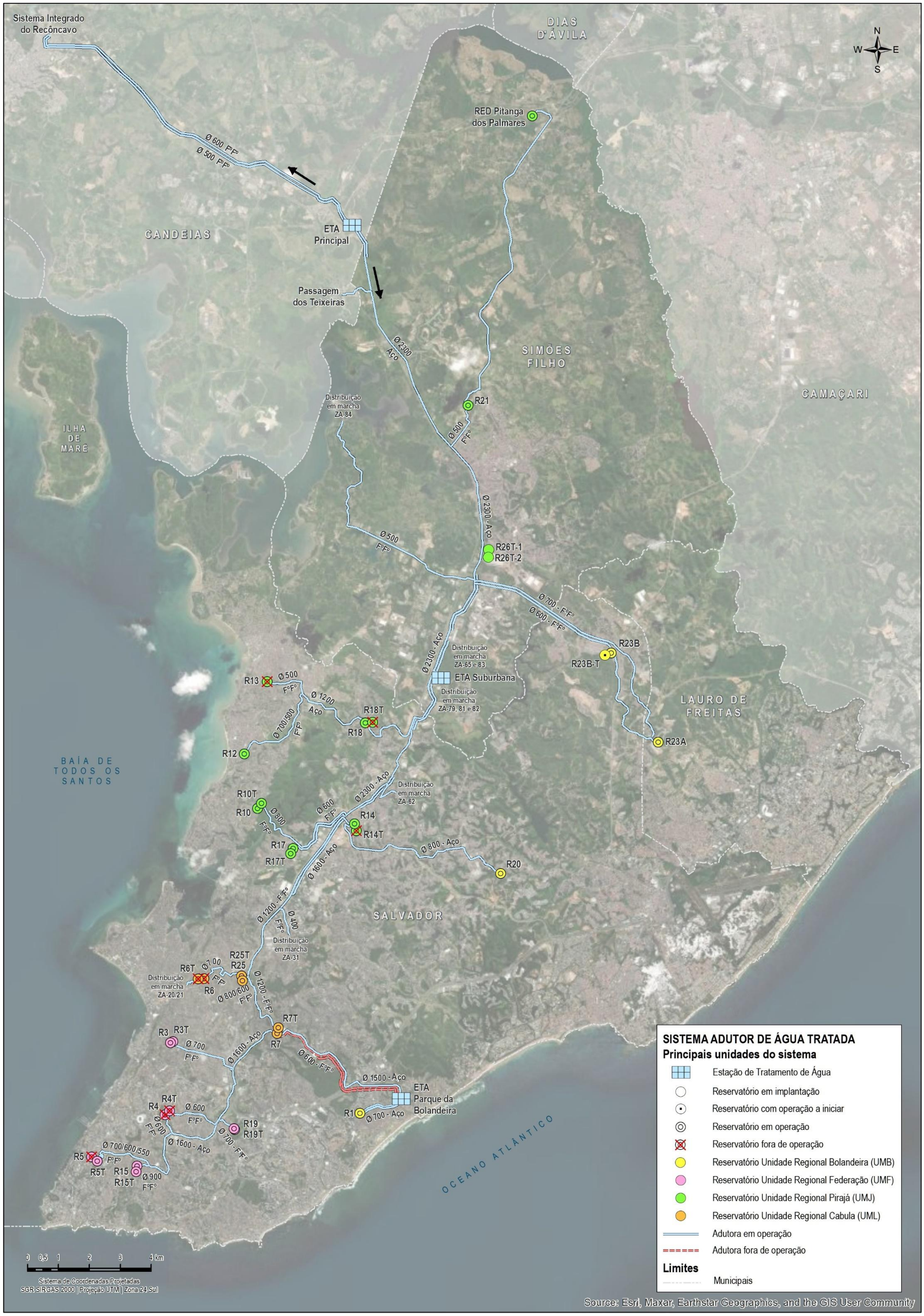


Figura 1.114 - Sistema Adutor de Água Tratada do SIAA de Salvador
Fonte: Geohidro (2024). Adaptado de Embasa (2022 a 2024).

1.6.1 Sistema Adutor da ETA Principal

1.6.1.1 Adutora de Água Tratada Principal

Denomina-se Adutora de Água Tratada Principal a adutora que interliga o *standpipe*, na ETA Principal, ao reservatório R7, no Bairro do Cabula. Essa adutora se desenvolve margeando a BR-324. Ao longo do seu percurso existem derivações para alimentação dos reservatórios/Parques de Reservação R21 (Simões Filho), R23A (Caji - Lauro de Freitas) e R23B (CEASA - Lauro de Freitas), R18 (Valéria), R10 (Ilha Amarela), R17 (Pirajá), R14 (Águas Claras), R20 (Fazenda Grande III) e R25 (Gomeia). Além da alimentação dos setores de reservação, a adutora realiza a distribuição em marcha para algumas zonas de abastecimento: Passagem dos Teixeiras (Candeias), ZA-84 (Simões Filho), ZA-81/82 (CIA Sul e trechos da rede Simões Filho), ZA-79 (Barro Duro e Ceasa – SSA), ZA-64/77 (Valéria), ZA 65 (Palestina – SSA e Alto do Bom Viver – Simões Filho), ZA 83 (Santo Antônio do Rio das Pedras – Simões Filho), ZA-62 (Águas Claras), ZA-20/ZA-21 (Cidade Baixa, Bonfim), ZA-70 (Lobato/São Bartolomeu), parte da ZA-72 (Granjas Rurais), e parte da ZA-31 (Calabetão/Mata Escura).

A **Figura 1.115** apresenta um croqui geral do sistema com características das tubulações (extensões e diâmetros), posicionamento e níveis característicos dos reservatórios e zonas de rede abastecidas diretamente pelo sistema. As extensões e diâmetros das tubulações também são apresentadas nos **Quadro 1.25** e **Quadro 1.26**.

Quadro 1.25 - Extensões e Diâmetros por Trechos na Adutora Principal (ETA Principal-R7)

Trecho nº	Identificação dos trechos		Diâmetro (mm)	L (m)
1	ETA principal - *standpipe*	Final da Duplicação	2.300	1.040
2	ETA principal - *standpipe*	Derivação para Passagem dos Teixeiras	2.300	2.300
3	Derivação para Passagem dos Teixeiras	Derivação para R21	2.300	5.724
4	Derivação para R21	Derivação para ZA-84	2.300	4.770
5	Derivação para ZA-84	Derivação para R23A e R23B	2.300	80
6	Derivação para R23A e R23B	Início da duplicação	2.100	1.200
7	Início da duplicação	Derivação para ZA-81,82,79	2.100	2.070
8		Derivação para R18/R12 e ZA-64/65/77/83	2.100	4.050
9	Derivação para ZA-81,82,79	Redução 2100 x 1800	2.100	1.840
10	Redução 2100 x 1800	Derivação para R18/R12 e ZA-64/65/77/83	1.800	79
11	Derivação para R18/R12 e ZA-64/65/77/83	Derivação para ZA-62	1.800	2.500
12	Derivação para ZA-62	Derivação para R10	1.800	1.740
13	Derivação para R10	Derivação para R17/ZA-70	1.800	6
14	Derivação para R17 / ZA-70	Derivação para R14 / R20	1.800	50
15	Derivação para R10/R17/ZA-70 e R14/R20	Final da Duplicação	1.200	3.000
16			1.600	3.000
17	Final da Duplicação	Derivação para ZA-31	1.200	690
18	Derivação para ZA-31	Derivação R25 e ZA-20/ZA-21	1.200	2.500
19	Derivação para R25 e ZA-20/ZA-21	R7	1.200	2.500

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2019; 2024); PMBI Salvador (2023).

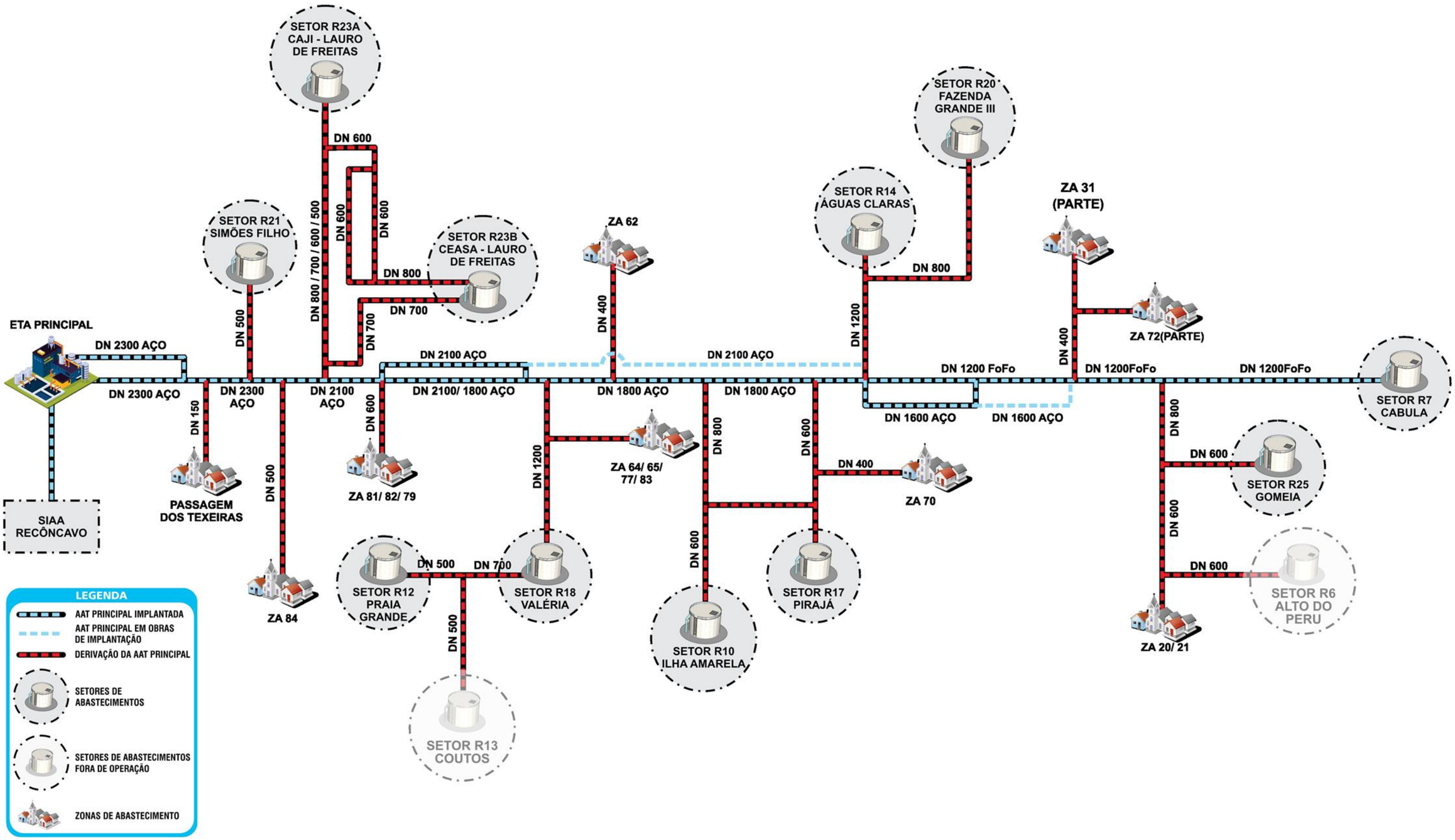


Figura 1.115 - Croqui da Adutora de Água Tratada Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024); PMSBI de Salvador (2022).

Quadro 1.26 - Extensões e Diâmetros por Trechos nas Derivações da Adutora Principal

Trecho nº	Identificação das derivações		Diâmetro (mm)	L (m)
20	Derivação para R21	R21	500	1.620
21	Derivação para ZA-84	ZA-84	500	2.446
22	Derivação para R23A (Subadutora Antiga)	R23A	800	251
23			700	759
24			600	3.150
25			500	5.100
26	Derivação p/ R23A e R23B (Subadutora 1)	R23B	700	5.500
27	R23B (Subadutora 2)	Rua Djanira Bastos/Rua AF	600	3.945
28	Rua Djanira Bastos/Rua AF (Subadutora 2)	R23A	600	345
29	Entroncamento Subadutora 2 (Subadutora Nova)	Rua Djanira Bastos/Rua AF	600	3.742
30	Derivação para ZA-81,82 e 79	ZA-81,82 e 79	600	470
31	Derivação para R18 / R12 / R13	R18	1.200	2.720
32	R18	Bifurcação R12/R13	700	2.960
33	Bifurcação R12/R13	R12	500	3.025
34		R13 (desativado)	500	1.613
35	Derivação para R10	Redução DN 600	800	2.325
36	Redução DN 600	R10	600	2.118
37	Derivação para R17 e ZA-70	Derivação para ZA-70	600	1.200
38	Derivação para ZA-70	R17	600	1.270
39	Derivação para R14 e R20	Bifurcação para R20	1.200	325
40	Bifurcação para R20	R14	1.200	75
41	Bifurcação para R20	R20	800	6.600
42	Derivação para ZA-31	ZA-31	400	980
43	Derivação para R25 e ZA-21 / ZA-22	Bifurcação para R25	800	250
44	Bifurcação para R25	R25	600	40
45	Bifurcação para R25	Bifurcação para R6 (desativado)	700	2.050
46	Bifurcação para R6 (desativado)	R6 (desativado)	550	60
47	Bifurcação para R6 (desativado)	ZA-20 / 21	600	930

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2019; 2024); PMBI Salvador (2022).

1.6.1.2 Estação Elevatória de Água Tratada e Standpipe

A Estação Elevatória da ETA Principal (**Figura 1.116**) recalca a água do reservatório de contato para o *Standpipe*. A Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT) possui 4 (quatro) conjuntos motobomba (CMB), sendo que na maior parte do tempo opera, inclusive no horário de ponta, no sistema 3+1, ou seja, 3 (três) conjuntos em funcionando e 1 (um) reserva, no entanto, há situações de operação dos 4 (quatro) conjuntos em simultâneo. Conforme o PMSBI de Salvador (2023), ratificado pelo Plano de Segurança de Água do SIAA de Salvador (EMBASA, 2023c), a vazão nominal total da EEAT é de 7.500 L/s, e a potência total é de 4.600 cv.

As bombas são da marca Worthington Dresser, modelo 30 LN 41, rotor tipo G com 37,90", originalmente dotadas com motores de 1100 CV, rotação 585 rpm. Uma das bombas opera com motor de 1300 CV, substituído pela Embasa há mais de 10 anos, após verificar-se que, nas condições operacionais vigentes, a potência

solicitada ao motor é superior à potência nominal, o que indica que os motores estão funcionando com sobrecarga.

Para evitar essa sobrecarga, seria necessária a troca de todos os motores de 1100 CV existentes por outros de 1300 CV, solução proposta no PARMS 2016, o que possibilitaria o recalque de uma vazão média de 6.688 L/s, no sistema 3+1, e 8.716 L/s, na condição de quatro bombas funcionando simultaneamente, sem reserva. A Embasa (2024) destaca que a capacidade de veiculação hídrica da adutora principal se aproxima de 8.100 L/s e, por consequência, na operação dos 4 CMB em paralelo, ocorre uma recirculação de água do *standpipe* para o reservatório de contato da ordem de 600 L/s. Com a conclusão das obras de ampliação dos trechos da adutora principal (em andamento), a capacidade será compatibilizada com a vazão dos 4 CMB em operação.

Mesmo nesta condição de funcionamento, a vazão seria inferior às vazões de recalque necessárias para atender as demandas de início e fim de plano do PARMS 2016, de modo que a ampliação imediata da elevatória de água tratada da ETA Principal seria necessária, conforme os estudos do referido plano. Na ocasião da visita, constatou-se que as três bombas com motores de 1100 CV ainda permanecem operando nas mesmas condições vigentes à época dos estudos do PARMS 2016.

Cada conjunto possui uma válvula de retenção para controle de transiente hidráulico, que impede o fluxo contrário, protegendo os CMB. Ao lado da EEAT, está alocada uma subestação elétrica (**Figura 1.117**), que possui tensão de 69 kV, contribuindo para a garantia do fornecimento ininterrupto de energia elétrica (EMBASA, 2023c).

O *Standpipe* (**Figura 1.118**), reservatório de concreto do tipo elevado também denominado de R24T, possui capacidade de 4.700 m³. É composto por duas câmaras, sendo que a inferior armazena a água para lavagem dos filtros, e a superior abastece o SIAA de Salvador e SIAA Recôncavo (EMBASA, 2023c). Existem 4 (quatro) tubulações de saída no *Standpipe*, sendo uma para adução de água ao SIAA de Salvador, uma para adução do SIAA Recôncavo, uma para lavagem dos filtros e um extravasor.



Figura 1.116 - Estação Elevatória de Água Tratada da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.117 - Subestação elétrica da ETA Principal
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.118 - *Standpipe* da ETA Principal
Fonte: CSB Consórcio (2020) à esquerda, e GEOHIDRO (2024) à direita.

1.6.1.3 Ampliação do Sistema Adutor da ETA Principal

a) Adutora de Água Tratada Principal

Em cumprimento ao contrato nº 460002100, a HITA Engenharia e Arquitetura Ltda. elaborou Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena - Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta e Ampliação da Adutora de Água Tratada Principal de Salvador (EMBASA, 2018a).

A ampliação da Adutora Principal foi dividida em três etapas, compreendendo as seguintes ampliações:

1ª Etapa (já executada)**:**

- Trecho com DN 2.300 e extensão de 1.040 m, com início no *standpipe* da ETA Principal;
- Trecho com DN 1.600 extensão de 700 m, após a derivação para o R14.

2ª Etapa:

- Trecho em paralelo à Adutora Principal, trecho entre um ponto após a Derivação para o R23 até a Derivação para o R14, de DN 2.100 e extensão de 8.500 m; e
- Trecho de DN 1.600 e extensão de 700 m, a jusante da tubulação já ampliada de 1.600 mm da Adutora Principal.

3ª Etapa:

- Duplicação do trecho existente de DN 2.300 e extensão de 12.668 m, com tubulação em paralelo de DN 2.300 de mesma extensão, desde aproximadamente 1.040 m do Stand-pipe (fim do trecho duplicado), até a Bahiafarma (início do trecho corresponde à 2ª etapa);
- Duplicação de parte do trecho existente de DN 1.200, com início cerca de 700 m depois do monumento Porto Seco Pirajá, na entrada da Rua Aliomar Baleeiro (em continuidade ao trecho de 700 m da 2ª etapa) até a subadutora R7 – R15, com uma tubulação em paralelo de mesmo diâmetro e extensão de 2.390 m.
- Duplicação da subadutora que abastece 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 da subadutora que abastece o R20 com DN 500 mm e extensão de 6.648 m; e

- Implantação de subadutora para abastecimento do Parque de Reservação do novo setor R21B, com DN 400 mm e extensão de 540 m.

A Embasa firmou os seguintes contratos referentes à ampliação da AAT Principal:

- Execução das obras complementares do sistema adutor de água tratada da ETA principal do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, contrato nº 460012174, de julho/2017: o contrato venceu em outubro de 2020, sendo medido em 46,12% e executada a duplicação com extensão de 3.138,25 m e DN 2100.
- Execução das obras complementares do sistema adutor de água tratada da ETA principal do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador – Fase 01, contrato nº 460017406, de julho/2021: serviço realizado com Termo de Recebimento Definitivo (TRD) e sem ressalvas, foi executada a duplicação com extensão de 425,85 m e DN 2100.
- Execução das obras complementares do sistema adutor de água tratada da ETA principal do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador – Fase 02, contrato nº 460020520, de julho/2023: contrato em andamento, contemplando a continuidade da duplicação da Adutora Principal nos trechos de 3,76 km de DN 2100 a montante do viaduto de Águas Claras e de 0,69 km de DN 1600 a jusante do monumento Porto Seco Pirajá até a Fábrica de Cimento Nassau. De acordo com informações da Embasa (2025), foi executada a extensão de 3.700 m.

Com relação à 3ª etapa das obras, de acordo com o PMSBI de Salvador (2023), a Embasa informou que o projeto já foi concluído, mas necessita de revisão, sendo esta contemplada na LC 14/23, que teve como objeto a Contratação da Elaboração dos Projetos Básicos de Engenharia da Complementação da Ampliação do Sistema Integrado de Abastecimento De Água (SIAA) de Salvador, municípios da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara – Bahia. A licitação foi homologada, e o contrato nº 460020275/2023 firmado em maio/2023, entre a Embasa e a Sanescon Projetos e Consultoria. De acordo com informações da Embasa (2024), o contrato vence em junho/2025, sendo este atualmente medido em aproximadamente 70%.

b) Estação Elevatória de Água Tratada

O projeto de ampliação da ETA Principal concluído contempla a ampliação da EEAT Principal, no entanto, não existe previsão de execução desta ampliação (PMSBI de Salvador, 2023).

1.6.2 Sistema Adutor de Água Tratada do Parque da Bolandeira

1.6.2.1 Adutoras de Água Tratada do Parque da Bolandeira

Quanto à concepção para a adução de água potável, cada ETA dispõe de uma Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT). Além dessas, existem duas estações elevatórias denominadas de “Baixa Carga” e “Alta Carga”, que recebem água das estações elevatórias das ETA.

As adutoras são apresentadas no **Quadro 1.27**. A **Figura 1.119** e a **Figura 1.120** apresentam, respectivamente, o croqui esquemático e traçado das adutoras do Parque da Bolandeira.

Quadro 1.27 - Extensões e Diâmetros das Adutoras do Parque da Bolandeira

Trecho nº	Identificação dos trechos		Diâmetro (mm)	L (m)
1	EEAT Alta Carga	R7	1.500	5.600
2	EEAT Vieira de Mello	R1	700	1.600
3	EEAT Teodoro Sampaio	R1	700	1.450
4	EEAT Teodoro Sampaio	R7	600	5.585
	EEAT Teodoro Sampaio	R7	600	3.800
5	EEAT Alta Carga	AAT Vieira de Mello	700	SI

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2019; 2024); PMBI Salvador (2022).

O Reservatório R7 é atendido por uma Adutora em aço, com DN 1500, que tem sua origem na EEAT Alta Carga. Existem ainda duas adutoras de DN 600 provenientes da ETA Teodoro Sampaio para o R7 Cabula, que atualmente estão inoperantes, inclusive um trecho de uma das adutoras de DN 600, com extensão de 1.785 metros, está sendo utilizado como linha tronco do Setor.

Conforme ressaltado pela Embasa (2025), recentemente, foram realizadas intervenções importantes nestas mesmas adutoras, sendo que em 2020, todas as tubulações e componentes do sistema de recalque da ETA Teodoro Sampaio foram substituídos, e em 2021 foram substituídos 900 metros de tubulação de 600 mm no trecho que cruza a Av. Jorge Amado.

Além disso, de acordo com a Embasa (2025), em um trecho de aproximadamente 250 m dessas duas adutoras, haverá a substituição por uma adutora de DN 800, sendo que 140 m já foi executado, faltando os serviços para transpor um canal do rio Cachoeirinha próximo à galeria de drenagem na região do Bate-Facho. Os serviços de instalação da treliça já foram iniciados por meio do contrato nº 460022978, com previsão de conclusão em outubro/2025. Posteriormente será instalada a nova tubulação DN 800 neste trecho da travessia.

O Reservatório R1 é alimentado por uma adutora proveniente da EEAT da ETA Vieira de Mello, em aço, com DN 700 e extensão de 1.600 m, além de ser, eventualmente, alimentado pela adutora da EEAT da ETA Teodoro Sampaio, também em aço, com DN 700 e extensão de 1.450 m. De acordo com a Embasa (2025), as duas adutoras não operam de forma simultânea. Destaca-se ainda que a adutora proveniente da EEAT Viera de Melo, atualmente, está fora de operação, visto que está sendo executado seu revestimento interno com um tubo PEAD PN 10, DN 600, utilizando a tubulação DN 700 de aço como tubo camisa.

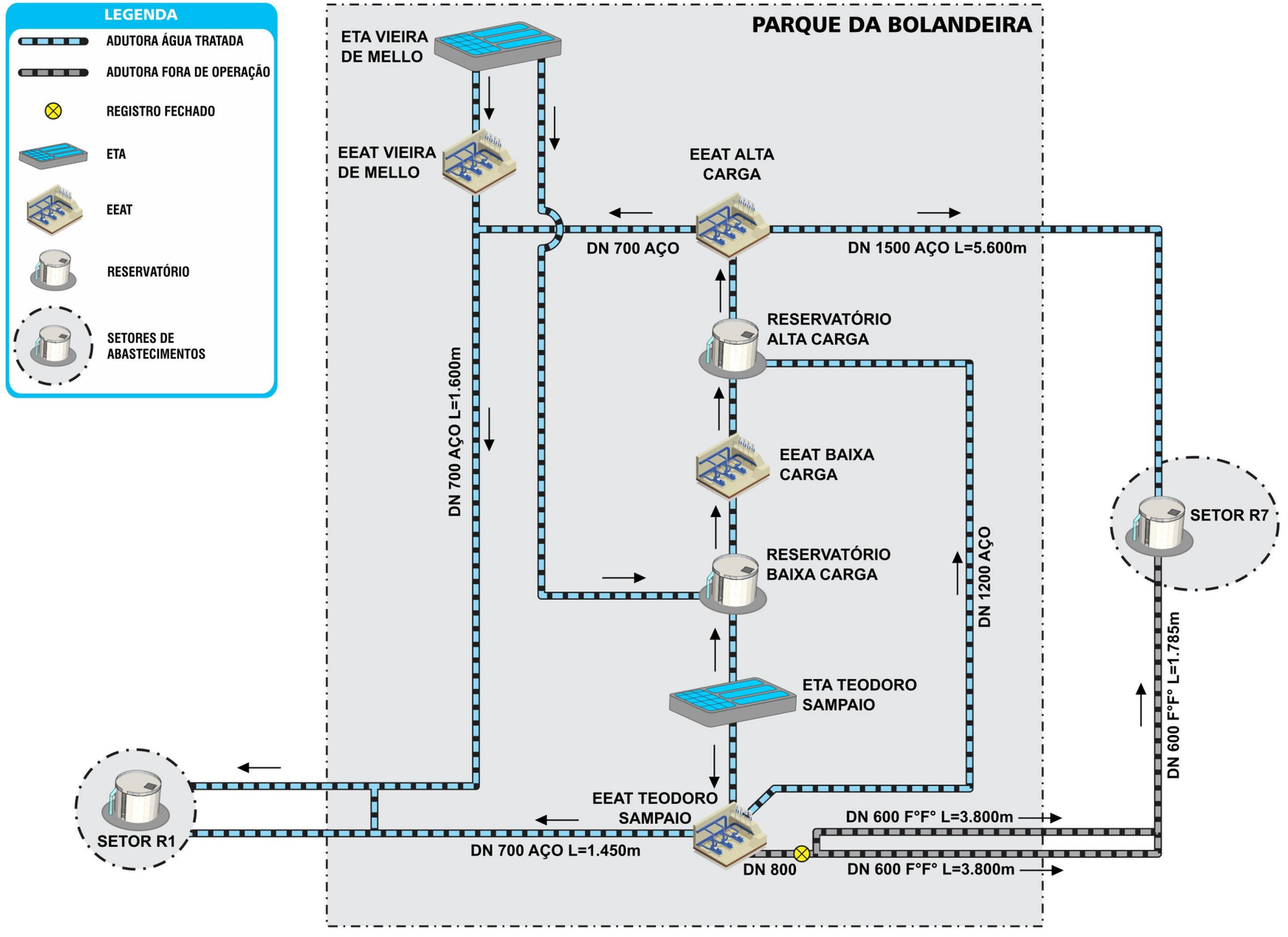


Figura 1.119 - Croqui esquemático das adutoras de água tratada do Parque da Bolandeira
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2019,2024) e PMSBI de Salvador (2023).

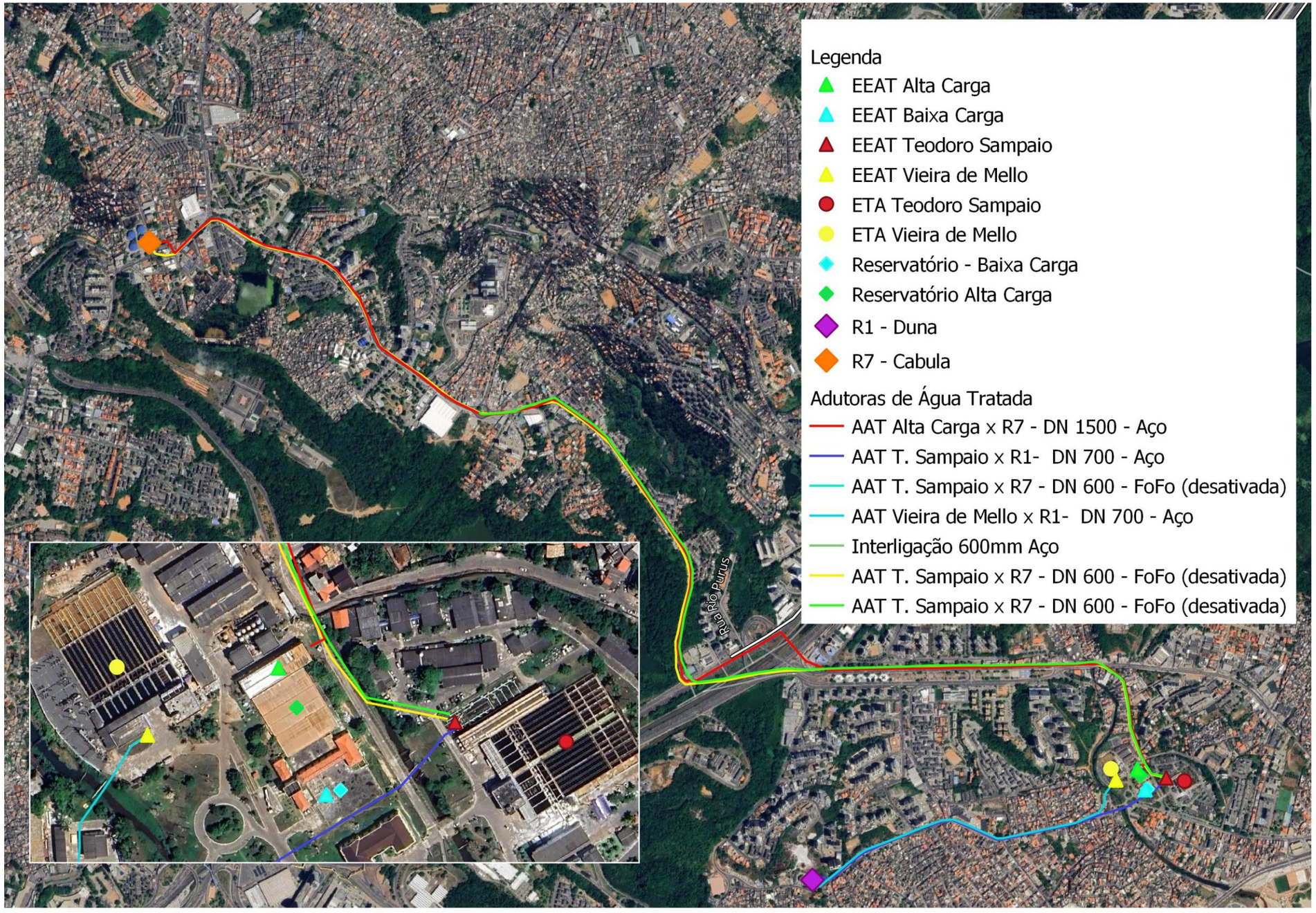


Figura 1.120 - Traçado das adutoras de água tratada do Parque da Bolandeira
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2019, 2024) e PMSBI de Salvador (2023).

1.6.2.2 Reservatório e Estação Elevatória Baixa Carga

É um reservatório localizado entre as duas estações do Parque da Bolandeira, com capacidade de armazenamento de aproximadamente 900 m³, que que reserva a água proveniente dos reservatórios de contato das duas estações, para então recalcá-la por meio da EEAT Baixa Carga até o reservatório da Alta Carga.

A estação elevatória de baixa carga (**Figura 1.121**) é caracterizada por alta vazão e baixa altura manométrica. Bombeia para o reservatório de Alta Carga por meio de três conjuntos motobomba, com as seguintes características:

- Fabricante: KSB; modelo PNZ-600-580;
- Vazão nominal de 4.320 m³/h por bomba (1.200 L/s) e altura manométrica total nominal de 7,0 m;
- Motor CMB 01: marca Bardella/Borrielo, rotação de 700 rpm e potência de 150 CV;
- Motores CMB 02 e 03: são iguais, marca ENGESA, rotação de 710 rpm e potência de 150 CV.

Na maior parte do tempo, os três conjuntos operam simultaneamente, sendo que a partida e desligamento do motor ocorre de forma automatizada, de acordo com o nível do reservatório, monitorado por sensor. Vale salientar que os motores não possuem inversor de frequência (EMBASA, 2023c).

De acordo com a equipe operacional, a Embasa deverá eliminar a elevatória de "Baixa Carga" mediante relocação da "Alta Carga", de modo que o circuito hidráulico entre as ETA, reservatório intermediário e Alta Carga seja posicionado em cota mais baixa, dispensando a intermediação de um bombeamento.

Em agosto de 2025, a Embasa publicou o edital de licitação para contratação da revisão do projeto original elaborado para a EEAT do Parque da Bolandeira, de forma a possibilitar a posterior licitação das obras para implantação da nova EEAT, eliminando a EEAT Baixa Carga e a EEAT Alta Carga.



Figura 1.121 - Reservatório e EEAT Baixa Carga do Parque da Bolandeira
Fonte: Embasa (2023c).

1.6.2.3 Reservatório e Estação Elevatória Alta Carga

É um reservatório localizado ao lado da Baixa Carga com capacidade de armazenamento de aproximadamente 600 m³ e altura útil de 3 m.

A estação elevatória de Alta Carga (**Figura 1.122**) abastece o reservatório do Cabula (R7), e possui 04 conjuntos motobomba, no sistema 3+1. A depender da demanda e da altura do reservatório de contato pode operar com as quatro bombas. De acordo com a Embasa (2023c), é comum os quatro conjuntos operarem em simultâneo, ou seja, acima da sua capacidade.

Os conjuntos possuem as seguintes características:

- Tipo das bombas: centrífugas;
- Funcionamento: 3 + 1 reserva;
- Fabricante das bombas: Worthington;
- Bombas 01 e 02: Modelo 16-LN-28-C; vazão nominal de 3.000 m³/h (834 L/s); AMT nominal de 88 mca;
- Motor elétrico 01: fabricante GE; rotação de 1.180 rpm; e potência nominal de 1.400 CV;
- Motor elétrico 02: Fabricante Toshiba; rotação de 1.180 rpm; e potência nominal de 1.250 CV;
- Bomba 03: modelo 16-LN-35; vazão nominal de 3.420 m³/h (950 L/s) e AMT não fornecida;
- Motor elétrico 03: fabricante Arno; rotação de 890 rpm; potência nominal de 1.500 CV;
- Bomba 04: modelo 16-LN-28-C; vazão nominal de 3.000 m³/h (834 L/s); AMT nominal de 95 mca;
- Motor elétrico 04: fabricante Villares; rotação de 1.183 rpm; potência nominal de 1.400 CV.

Os conjuntos não possuem inversores de frequência (EMBASA, 2023c).



Figura 1.122 - Reservatório e EEAT Alta Carga do Parque da Bolandeira
Fonte: Embasa (2023c).

1.6.2.4 Estação Elevatória da ETA Vieira de Mello

Anteriormente, a EEAT Vieira de Mello (**Figura 1.123**) atendia os reservatórios baixos dos Setores de Abastecimento R3 e R4 por meio de duas adutoras por recalque. As duas adutoras encontram-se desativadas devido a problemas estruturais que causavam frequentes rupturas nas tubulações e interrupções no abastecimento, tendo a Embasa definido outras soluções para atendimento dos Setores R3 e R4.

Atualmente, a EE abastece o reservatório R1 (Duna). De acordo com a Embasa (2023c), foi realizada uma reforma da elevatória contemplando a substituição de válvulas e barriletes para entroncamento da EE Vieira de Mello na adutora da ETA Teodoro Sampaio - R1.

De acordo com o PMSBI de Salvador (2023), a EE possui um conjunto motobomba em operação e um reserva (1+1), com potência de 2.500 cv, e vazão nominal de 611 L/s.

1.6.2.5 Estação Elevatória da ETA Teodoro Sampaio

Esta estação elevatória fica dentro do prédio da ETA Teodoro Sampaio (**Figura 1.123**), e pode abastecer os reservatórios R1 (Duna) e R7 (Cabula). Possui 03 (três) conjuntos motobombas, destinados ao abastecimento do reservatório R1 (Duna).

Atualmente apenas o R1 é atendido por essa EE, que opera com três conjuntos de características distintas: o primeiro com potência 800 cv e vazão 540 m³/h; o segundo com potência 800 cv e vazão 1.368 m³/h; e o terceiro com potência 900 cv e vazão 1.100 m³/h (EMBASA, 2023c).




Figura 1.123 - EEAT Vieira de Mello (esquerda) e EEAT Teodoro Sampaio (direita)
Fonte: Embasa (2023c).

1.6.2.6 Ampliação do Sistema Adutor de Água Tratada do Parque da Bolandeira

Para esse sistema adutor, no PARMS 2016, foi previsto o reforço da Adutora Parque de ETA da Bolandeira – R1, com uma tubulação DN 900 e extensão 1.600 metros; e a Interligação da adutora DN 1500, que conecta a EE Alta Carga ao R7, até a EE Teodoro Sampaio.

No entanto, o Projeto Executivo de Atualização do Setor de Abastecimento De Água Setor R1 - Lote 2 – Duna, elaborado em 2013 sob contrato da Embasa com o Consórcio de Engenharia e Arquitetura – CEA, contemplava uma nova Estação Elevatória de Água Tratada no Parque da Bolandeira (para atendimento dos setores R1 e R7) e uma nova Adutora de Água Tratada para o R1, com DN 1.000.

A nova EEAT do Parque da Bolandeira projetada deveria ser constituída de dois sistemas de recalque, com um total de cinco conjuntos motobombas, na seguinte disposição:

- Dois conjuntos para o R1, compostos de bombas WORTHINGTON, modelo 24 QL 34, rotor de 846,8mm, 880rpm, equipada com motor de 1400 cv.
- Dois conjuntos para o R7 e um conjunto reserva que pode funcionar, tanto para o R7, como para o R1 (neste caso, com velocidade reduzida), não sendo informada as especificações técnicas para o recalque, pois o mesmo estava fora do escopo do projeto elaborado.

Referentes à execução de intervenções nesse sistema adutor, foram firmados dois contratos:

- Execução dos serviços de implantação de Nova Elevatória de Água Tratada do Parque da Bolandeira para o Cabula, pertencente ao Sistema de Abastecimento de Água de Salvador – BA (Contrato nº 460017061 de 30/12/2020).
- Implantação da Adutora de Água Tratada, Setor R1-Duna, pertencente ao sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de Salvador (Contrato nº 460017591 de 04/06/2021).

Contudo, os dois contratos sofreram resilição bilateral em 2022, sendo as intervenções parcialmente executadas.

Recentemente, a Embasa licitou a revisão do projeto elaborado, por meio da LC 014/2025. O escopo do projeto a ser elaborado nessa revisão contempla:

- Revisão, atualização e complementação do projeto executivo da nova EEAT no parque da Bolandeira e do seu recalque para abastecimento do reservatório R7 no cabula e do R1 – Duna. Esta nova EEAT irá substituir a EEAT Baixa Carga e a EEAT Alta Carga.
- Revisão, atualização e complementação do projeto executivo da nova subestação de energia elétrica do parque da Bolandeira, considerando as cargas atuais e as projetadas, inclusive da Estação de Tratamento de Lodo de ETA a ser implantada.

- Revisão, atualização e complementação do projeto da nova adutora de água tratada para ligação da nova EEAT Bolandeira ao reservatório R1 Dunas.

1.6.3 Sistema de Adução de Água Tratada da ETA Suburbana

1.6.3.1 Adutoras de Água Tratada da ETA Suburbana

Devido à sua capacidade limitada, a área de influência da ETA Suburbana compreende apenas localidades próximas do seu entorno, conforme ilustrado na **Figura 1.124**, abrangendo as seguintes Zonas de Abastecimento e localidades do SIAA de Salvador:

- ZA 64: Conjunto Antônio Franco, Loteamento Tânia Duran, Conjunto Inema, Conjunto Maré, Conjunto Itaparica, Loteamento da Matriz e Valéria;
- ZA 77: 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 83: Santo Antônio do Rio das Pedras, Simões Filho.

Salienta-se que, devido à ETA Suburbana estar inoperante, atualmente nessas zonas ocorre a distribuição em marcha, por meio de derivações da adutora principal.



Figura 1.124 - Localização e Zonas de Abastecimento da ETA Suburbana
Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

A **Figura 1.125** apresenta o mapa com a localização do sistema adutor que parte da Estação Elevatória de Água Tratada da ETA Suburbana, por meio de 02 adutoras, ambas com regime de operação por recalque e com capacidade de vazão de 200 L/s. A adutora de DN 350 é interligada à ZA – 65, e a adutora de DN 500 interliga a ETA às ZA-77 e ZA-64 e ao reservatório R18, em conjunto com a adução da ETA Principal (EMBASA, 2023c). Assim, por meio de manobras em registros, há flexibilidade em abastecer as citadas ZA tanto pela EEAT da ETA Suburbana, quanto diretamente pela Adutora Principal (*Standpipe*).

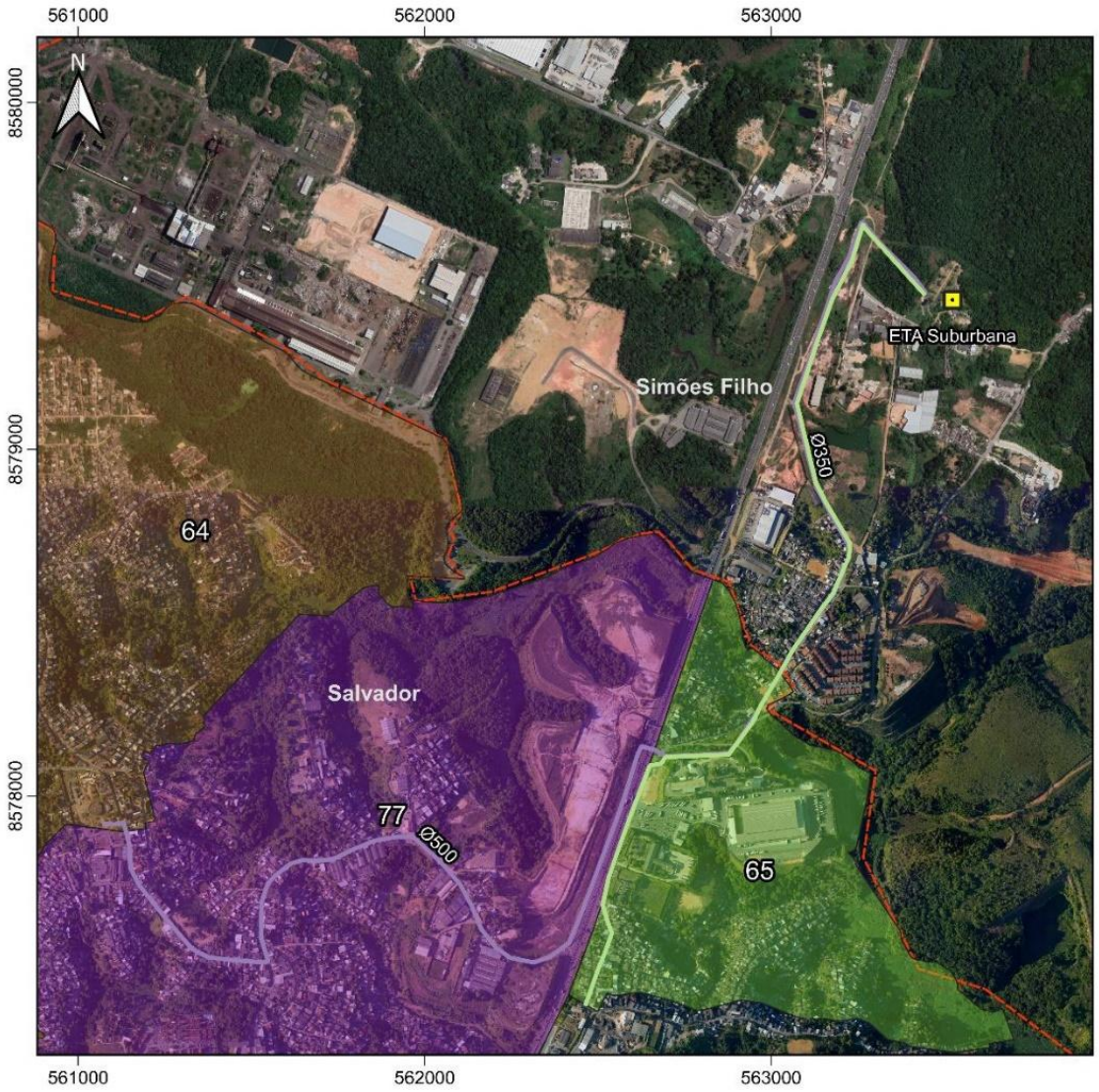


Figura 1.125 - Adução de água tratada do Sistema Produtor Suburbana
Fonte: Embasa (2023c).

1.6.3.2 Estação Elevatória de Água Tratada da ETA Suburbana

No bombeamento para Valéria, a Estação Elevatória da ETA Suburbana dispõe de 02 CMB, com as seguintes características:

- Bombas centrífugas marca Worthington, modelo 10-LNH-18;
- Bomba nº 01: vazão nominal de 1.220 m3/h (339 L/s) e AMT nominal não identificada;
- Bomba nº 02: Vazão nominal de 1.620 m3/h (450 L/s) e AMT nominal de 49 mca;
- Motores elétricos marca WEG;
- CMB nº 01: Rotação de 1.785 rpm e potência de 350 CV;
- CMB nº 02: Rotação de 1.780 rpm e potência de 250 CV.

Vale salientar que a ETA Suburbana está fora de operação desde maio/2022, e não há previsão de reativação em curto prazo. Conforme indicado no PARMS 2016, não se recomenda a sua ativação.

1.6.4 Subadutora R7 – R15 – Unidade Regional de Federação

A Subadutora R7 – R15 tem início no Parque de Reservação 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 Parque de Reservação 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). Além desses reservatórios, a subadutora R7 – R15 alimentava o R4 (Matatu), que atualmente está desativado. Portanto, algumas zonas de Abastecimento estão sendo alimentadas diretamente pela subadutora: ZA-08 (parte), ZA-09, ZA-10, ZA-11 (parte), ZA-12 e ZA-15.

O suprimento direto de Zonas de Abastecimento acima referidas se configura uma situação contraindicada em face do porte da adutora, das pressões e das condições operacionais envolvidas. Deste modo, entende-se que os suprimentos diretos dessas zonas devem ser desativados no futuro, passando as mesmas a serem abastecidas por meio de reservatórios.

Vale destacar que na fase de Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III), serão realizadas as verificações hidráulicas das adutoras e subadutoras, bem como serão estudadas soluções no sentido de desativar a distribuição da vazão em marcha para as zonas de abastecimento.

Na **Figura 1.126** apresenta-se um croqui básico com a topologia da adutora principal e suas derivações, enquanto as extensões e diâmetros dos trechos são apresentadas no **Quadro 1.28**.

Quadro 1.28 - Extensões e Diâmetros por trecho da Subadutora R7 - R15

Características				
Trecho	**Início**	**Final**	**Extensão (m)**	**Diâmetro (mm)**
Subadutora R7 – R15				
1	R7	Derivação para o R3 / ZA-12	2060	1600
2	Derivação para o R3 / ZA-12	Redução 1600 x 1200	1600	1600
3	Redução 1600 x 1200	Derivação R4 / ZA-09 / ZA-10	5	1200
4	Derivação R4 / ZA-09 / ZA-10	Derivação R19 /ZA-13	80	1200
5	Derivação R19 /ZA-13	Derivação ZA-08 / ZA-15	1940	1200
6	Derivação ZA-08 / ZA-15	Redução 1200 x 900	2480	1200
7	Redução 1200 x 900	Derivação R5	18	900
8	Derivação R5	R15	388	900
Derivações				
9	Derivação para o R3	R3	2350	700
10	Derivação R4 / ZA-09 /ZA-10	ZA-09	724	600
11	ZA-09	ZA-10 / R4	1000	600
12	Derivação R19	R19	602	700
13	Derivação ZA-08 / ZA-15	ZA-08 / ZA-15	2	600
14	Derivação R5	Redução 700 X 600	295	700
15	Redução 700 X 600	Redução 600 X 550	125	600
16	Redução 600 X 550	ZA-11	187	550
17	ZA-11	Ampliação 500 X 600	1537	550
18	Ampliação 500 X 600	R5	100	600

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2019; 2024); PMBI Salvador (2023).

A única intervenção prevista pelo PARMS 2016 para a subadutora R7-R15 foi a duplicação da derivação que abastece o Setor R3, com extensão de 2.350 m e DN 800. De acordo com o PMSBI de Salvador (2023), a Embasa não possui planejamento de execução da ampliação.

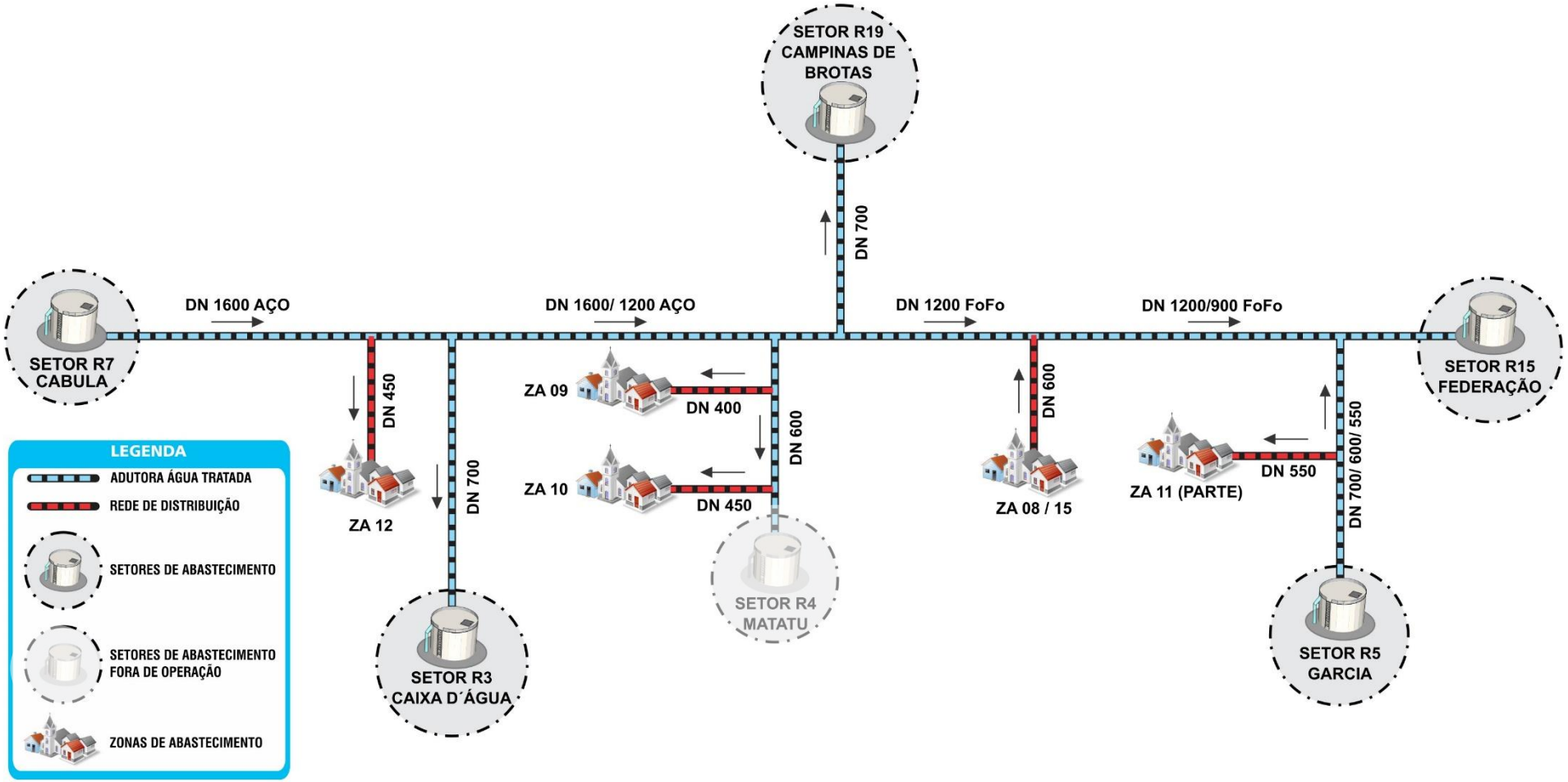


Figura 1.126 - Croqui Geral da Subadutora R7 - R15
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2019; 2024) e PMSBI de Salvador (2023).

1.7 SISTEMA DE RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Nas redes distribuidoras, o processo de fornecimento de água potável aos usuários encontra-se submetido a uma dinâmica caracterizada pela variação, no decorrer de cada ciclo de 24 horas, dos volumes de água conduzidos pelas referidas redes, sendo esta variação determinada pelo consumo de água requerido pelos usuários. Essa dinâmica impõe que a capacidade operacional das redes distribuidoras seja compatível em relação à variação contínua de vazão ao longo do dia, em particular a de valor máximo (vazão máxima horária), para a manutenção de um comportamento hidráulico adequado em termos de abrangência, continuidade e fornecimento dos volumes de água demandados.

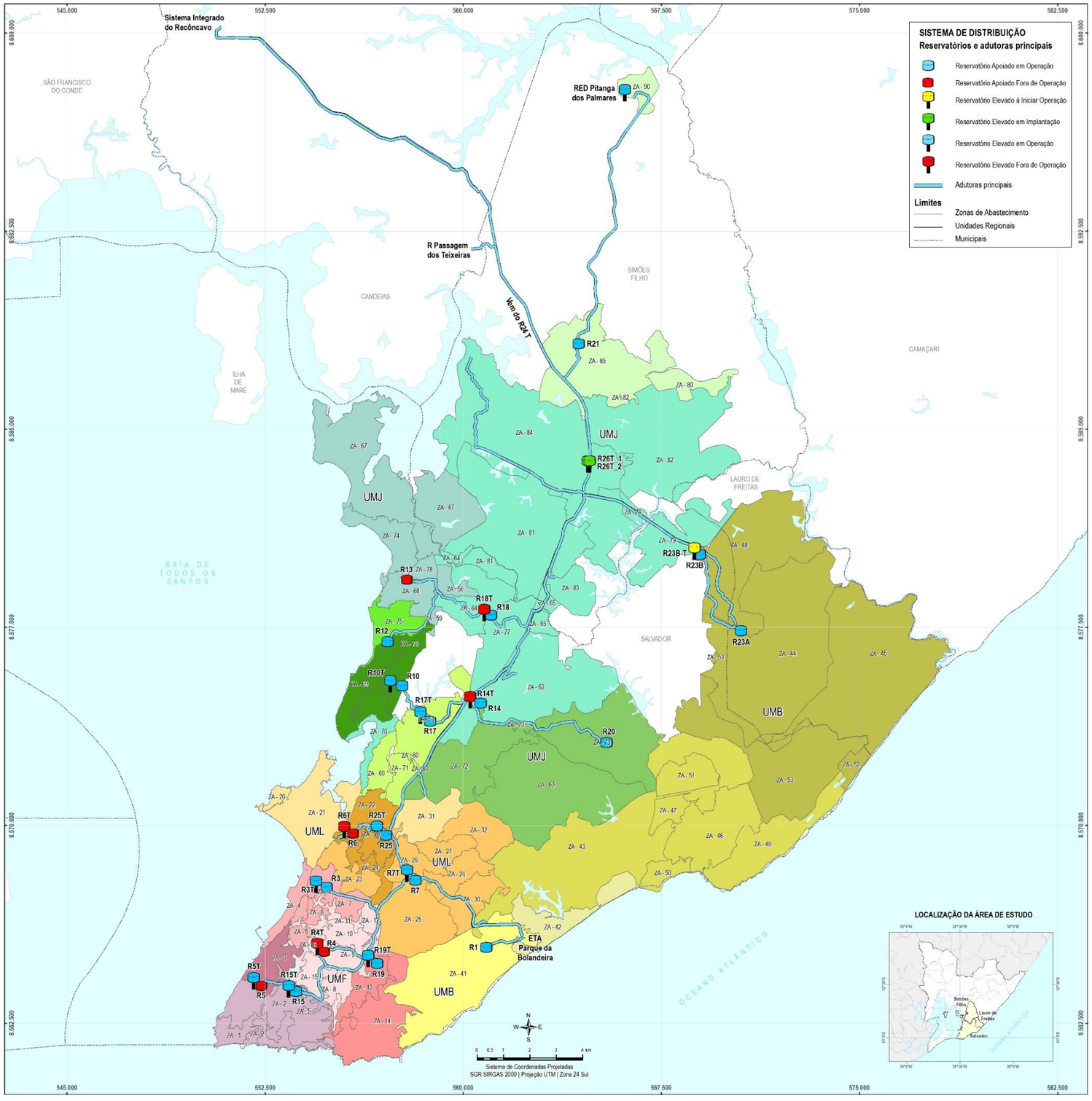
Para adequar-se à acentuada variação horária do consumo, as redes distribuidoras necessitam de um componente físico de comando do processo – o Reservatório de Distribuição de Água, cujo principal atributo é a capacidade volumétrica, capaz de proporcionar o atendimento na amplitude da variação de consumo por parte dos usuários. Além disso, o Reservatório de Distribuição possibilita melhor controle da pressão na rede de distribuição, assegurando os valores preconizados para garantia de atendimento adequado aos usuários e proteção das tubulações.

Os tipos mais comuns de reservatórios são os semienterrados, apoiados e os elevados, sendo estes últimos projetados quando as cotas disponíveis do terreno não oferecem condições de garantia de uma pressão mínima na rede, inviabilizando o uso de reservatórios semienterrados ou apoiados, isto é, necessita-se de uma cota piezométrica de montante superior à cota do terreno no local de implantação do reservatório. Em função do porte e da topografia da área a ser abastecida, define-se a localização e concepção dos reservatórios que deverão atendê-la.

A área de influência do sistema distribuidor de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho está dividida em quatro subáreas de administração operacional, sendo responsabilidade das Unidades Regionais identificadas como UMF (Federação), UMB (Bolandeira), UML (Cabula) e UMJ (Pirajá). Cada Unidade Regional compreende diversas Zonas de Abastecimento - ZA, definidas como áreas que possibilitam realizar o controle do fornecimento de água e o correspondente faturamento, de forma continuada. O conhecimento dos volumes fornecidos e micromedidos permite a avaliação do Índice de Perdas em cada Zona de Abastecimento.

Ao todo, o sistema de distribuição atual conta com 69 ZA, sendo 15 na Unidade Regional da Federação (UMF), 13 na Unidade Regional do Cabula (UML), 13 na Unidade Regional da Bolandeira (UMB) e 28 na Unidade Regional de Pirajá (UMJ). A maior parte das ZA são alimentadas por Reservatórios Setoriais, sendo nesse caso atribuída a denominação de Setor de Abastecimento à parcela da rede sob influência de determinado Reservatório de Distribuição. Cada Setor de Abastecimento abrange uma ou mais Zonas de Abastecimento. Existem, no entanto, algumas ZA abastecidas diretamente das adutoras (distribuição em marcha), sem o controle de reservatórios.

A **Figura 1.127** mostra a configuração atual do zoneamento das Unidades Regionais do SIAA de Salvador, identificando o traçado das principais adutoras de água tratada, os reservatórios de distribuição, as diversas Zonas de Abastecimento, a Unidade Regional a que pertencem e as localidades atendidas na área de abrangência de cada Zona. Este mapa, elaborado pela GEOHIDRO, é uma reedição do documento original fornecido pela Embasa, o qual necessitava de ajustes quanto à indicação das diversas zonas atendidas por mais de uma forma de abastecimento (reservatórios ou adutoras por distribuição em marcha).



UNIDADE REGIONAL DA BOLANDEIRA (UMB)
Zonas e localidades atendidas pelos reservatórios do SIAA de Salvador

AAT Principal (b) — **Zona 44**[a][c]: Itinga (parte) – Lauro de Freitas.
Zona 48[a]: Areia Branca-Salvador; Areia Branca (parte), Jambeiro (parte), Capelão (parte) e Caji (parte) - Lauro de Freitas.

AAT Teodoro Sampaio — **Zona 42**: Boca do Rio (parte), Imbuí (parte), Pituaçu (parte), Patamares (parte) e Piatã (parte).

R1 — **Zona 41:** Nordeste de Amaralina (parte), Pituba (parte), Itaigara (parte), Caminho das Árvores (parte), STIEP, Costa Azul, Jardim Armação, Boca do Rio (parte) e Imbuí (parte); **Zona 25**[d]: Pernambués (parte) e Saramandaia (parte).

R20 — **Zona 46:** Stella Maris (parte), Itapuã (parte) e Alto do Coqueirinho; **Zona 47:** Bairro da Paz; **Zona 49:** Stella Maris (parte) e Itapuã (parte); **Zona 50:** Itapuã (parte), Piatã (parte); **Zona 51:** Mussurunga (parte) – Salvador; **Zona 43**[d]: Saboeiro (parte), Narandiba (parte), CAB (parte), Vale dos Lagos (parte), Canabrava (parte), Trobogy (parte), Imbuí (parte), Pituaçu (parte), Patamares (parte), Piatã (parte), Mussurunga (parte), São Cristovão (parte), Itapuã (parte) – Salvador; **Zona 53**[d]: Aeroporto, Jardim das Margaridas (Parte) – Salvador.

R23A — **Zona 45:** Centro (parte), Recreio Ipitanga (parte), Vila Praiana, Ipitanga, Vilas do Atlântico, Araçuí, Pitangueiras, Buraquinho e Portão - Lauro de Freitas; **Zona 52:** Stella Maris (parte) – Salvador; **Zona 44**[d]: Capelão (parte), Quingoma, Caixa D'Água, Vida Nova, Caji (parte), Recreio Ipitanga (parte), Itinga (parte) e Centro (parte) - Lauro de Freitas; **SAA Machadinho Sul:** Busca Vida; Vivendas do Bosque – Camaçari.

R23B — **Zona 44**[d]: Areia Branca (parte), Itinga (parte) - Salvador; Parque São Paulo, Jambeiro (parte) - Lauro de Freitas; **Zona 53**[d]: Jardim das Margaridas e Cassange – Salvador.

UNIDADE REGIONAL DO CABULA (UML)
Zonas e localidades atendidas pelos reservatórios do SIAA de Salvador

AAT Principal (b) — **Zona 20:** Monte Serrat (parte) e Bonfim (parte); **Zona 21:** Monte Serrat (parte) e Bonfim (parte), Ribeira, Mangueira, Massaranduba, Vila Ruy Barbosa / Jd. Cruzeiro, Uruguai, Lobato (parte), Santa Luzia, Boa Viagem, Roma, Mares, Caminho de Areia e Calçada (parte); **Zona 31**[d]: Calabetão (parte), Mata Escura (parte) e Jd. Santo Inácio.

R7 — **Zona 30:** Cabula (parte), Saboeiro (parte), Doron, Narandiba (parte), Arenoso (parte), Cabula VI (parte) e CAB (parte); **Zona 43**[d]: CAB (Parte).

R7 T — **Zona 23:**Liberdade (parte), Curuzu (parte), Santa Mônica (parte), IAPI (parte), Pero Vaz (parte); **Zona 25**[d]: Cabula (parte), São Gonçalo (parte), Resgate, Pernambués, Saramandaia e Caminho das Árvores (parte); **Zona 26:** Cabula (parte), e CAB (parte), Engomadeira, Beiru/Tancredo Neves (parte), Arenoso (parte), Saboeiro (parte), Narandiba (parte); **Zona 27:** Barreiras (parte), Beiru/Tancredo Neves (parte) e Engomadeira; **Zona 29:** Calabetão (parte), Mata Escura (parte), Arraial do Retiro, Barreiras (Parte), Engomadeira(parte), Retiro (parte), São Gonçalo (parte) e Beiru/Tancredo Neves (parte); **Zona 32**: Mata Escura (parte), Sussuarana, Nova Sussuarana, Novo Horizonte e CAB (parte); **Zona 31**[d]: Mata Escura (parte).

R25 — **Zona 24:** Caetano (Parte), Bom Juá (parte), Fazenda Grande do Retiro (parte), Liberdade (parte), Curuzu (parte), Santa Mônica (parte), IAPI (parte), Pau Miúdo (parte) e Retiro (parte).

R25 T — **Zona 22:** Capelinha, São Caetano (Parte), Boa Vista do São Caetano (parte), Bom Juá (parte), Fazenda Grande do Retiro (parte); **Zona 28:** São Caetano (Parte), Bom Juá (parte), Fazenda Grande do Retiro (parte).

UNIDADE REGIONAL DA FEDERAÇÃO (UMF)
Zonas e localidades atendidas pelos reservatórios do SIAA de Salvador

Subadutora R7-R15 — **Zona 8**[d]: Brotas (parte), Acupe (parte); **Zona 9:** Cosme de Farias, Luiz Anselmo (parte), Matatu (parte); **Zona 10:** Luiz Anselmo (parte), Vila Laura (parte), Matatu (parte), Santo Agostinho (parte) e Nazaré (parte); **Zona 11**[d]: Santo Agostinho (parte), Nazaré (parte), Matatu (parte), Saúde (parte), Centro Histórico (parte), Santo Antônio (parte), Macaúbas (parte), Cidade Nova (parte) e Vila Laura (parte); **Zona 12:** Pau Miúdo (parte), Retiro (parte), Cidade Nova (parte) e Luiz Anselmo (parte); **Zona 15:** Brotas (parte), Boa Vista de Brotas, Eng. Velho de Brotas (parte), Acupe (parte) e Rio Vermelho (parte).

R3 — **Zona 11**[d]: Caixa D'Água (parte), Baixa de Quintas (parte) e Barbalho (parte); **Zona 4:**Comércio (parte), Calçada (parte).

R3 T — **Zona 6**: Caixa D'Água (parte), Barbalho (parte), Macaúbas (parte), Saúde (parte) e Nazaré (parte); **Zona 7:** Liberdade (parte), Pero Vaz (parte), Lapinha, Caixa D'Água (parte), Pau Miúdo (parte), Cidade Nova (parte), Baixa de Quintas (parte), Barbalho (parte) e Santo Antônio (parte).

R15 — **Zona 1:** Ondina (parte), Barra (parte), Graça (parte), Calabar (parte), Federação (parte), Rio Vermelho (parte); **Zona 5:** Nazaré (parte), Matatu (parte), Brotas (parte), Eng. Velho de Brotas (parte), Acupe (parte), Rio Vermelho (parte), Eng. Velho da Federação (parte), Federação (parte), Garcia, Barris (parte) e Tororó (parte).

R15 T — **Zona 2**: Centro (parte), Garcia (parte), Vitória, Canela, Ondina (parte), Barra (parte), Graça (parte), Alto das Pombas, Calabar (parte), Chame-Chame (parte), Eng Velho da Federação (parte), Rio Vermelho (parte).

R5 T — **Zona 3:**Santo Antônio (parte), Comércio (parte), Centro Histórico (parte), Dois de Julho, Centro (parte), Nazaré (parte), Tororó (parte), Barris (parte) e Garcia (parte).

R19 — **Zona 14:** Brotas (parte), Amaralina, Santa Cruz, Chapada do Rio Vermelho, Vale das Pedrinhas, Brotas (parte), Itaigara (parte), Nordeste de Amaralina (parte), Candeal (parte), Pituba (parte), Rio Vermelho (parte).

R19 T — **Zona 13:** Brotas (parte), Horto Florestal (parte), Candeal (parte).

UNIDADE REGIONAL DE PIRAJÁ (UMJ)
Zonas e localidades atendidas pelos reservatórios do SIAA de Salvador

AAT Principal (b) — **Zona 62:** Valéria (parte), Águas Claras (parte), Dom Avelar (parte), Porto Seco (parte), Cajazeiras (II, IV, V, VI e VII), Cajazeiras X e XI (parte), Fazenda Grande I e II (parte); **Zona 64:** Valéria (parte), Moradas da Lagoa, Paripe (parte) e Periperi (parte); **Zona 65:** Palestina (SSA), Bico Doce, Alto do Bom Viver - Simões Filho; **Zona 70:** São João do Cabrito (parte), Pirajá (parte), Alto do Cabrito (parte), Lobato (parte); **Zona 72**[d]: Granjas Rurais (parte); **Zona 77:** Valéria (parte); **Zona 79:** Nova Esperança (SSA), Jd. Campo Verde, Bom Sucesso, Cepel, Barródromo - Simões Filho; **Zona 81:** Valéria (SSA) e CIA Sul – Simões Filho; **Zona 82**: CIA II (parte), Pitanguinhas, Vida Nova, Coroa da Lagoa, Ponto Parada, Rancho Alegre, Dica Anel, Resid. Simões Filho I, Recanto Eucalipto (parte) - Simões Filho; **Zona 83**: Santo Antônio Rio das Pedras - Simões Filho; **Zona 84:** Santa Luzia, Mapele, Cotegipe, CIA I e II (parte) - Simões Filho.

R10 — **Zona 69:** Periperi (parte), Praia Grande (parte), Rio Sena (parte), Alto da Terezinha (parte), Ilha Amarela (parte), Itacaranha (parte), São João do Cabrito (parte) e Plataforma (parte).

R10 T — **Zona 76:** Mirantes e Colinas de Periperi, Periperi (parte), Rio Sena (parte), Alto da Terezinha (parte), Ilha Amarela (parte), Itacaranha (parte) e Plataforma (parte).

R12 — **Zona 75:** Nova Constituinte (parte), Periperi (parte), Praia Grande (parte), Alto da Terezinha (parte) e Coutos (parte).

R14 — **Zona 43**[d][e]: Vila Verde; **Zona 63:** Castelo Branco (parte), Sete de Abril (parte), Jd. Nova Esperança, Novo Marotinho, Nova Brasília, São Marcos (parte), São Rafael, Vale dos Lagos (parte), Canabrava (parte), Trobogy (parte); **Zona 73:** Castelo Branco (parte), Cajazeiras VIII, Cajazeiras X (parte), Fazenda Grande II (parte), Fazenda Grande III e IV, Jaguaripe I, Boca da Mata, São Cristovão (parte) e Mussurunga (parte).

R14 T — **Zona 72**[d][e]: Águas Claras (parte), Dom Avelar (parte), Porto Seco (parte), Castelo Branco (parte), Sete de Abril (parte), Vila Canária, Jd. Cajazeiras, pau da Lima e São Marcos (parte).

R17 — **Zona 60:** Alto do Cabrito (parte), Lobato (parte), Marechal Rondom (parte), Campinas de Pirajá (parte) e Boa Vista do São Caetano (parte).

R17 T — **Zona 61**[d]: Pirajá (parte); **Zona 71**[d]: Marechal Rondom (parte), Campinas de Pirajá (parte).

R18 — **Zona 58:** Moradas da Lagoa e Valéria; **Zona 59:** Periperi; **Zona 67:** Paripe (parte), São Tomé (parte), Fazenda Coutos (parte), Vila Naval de Aratu (SF), Ilha de São João (SF); **Zona 68:** Fazenda Coutos (parte), Coutos (parte), Periperi (parte), Nova Constituinte (parte), Vista Alegre; **Zona 74:** Paripe (parte), São Tomé (parte), Fazenda Coutos (parte), Coutos (partes); **Zona 78:** Fazenda Coutos (parte), Paripe (parte).

R21 — **Zona 80:** Simões Filho I, Góes Calmon (parte), São Miguel, Lot. João Aragão – Simões Filho; **Zona 85:** Santa Rosa, Engenho Novo, Km 30 e 25, Tiro Seguro, Jd. Renatão, Cristo Rei, Convel, Centro, Jd. Eldorado, Recanto Eucalipto (parte), Pq. Continental e Lot. Luis Eduardo Magalhães - Simões Filho.

RED Pitanga — **Zona 90:** Pitanga dos Palmares

NOTAS:
(a) Zona do novo R23B T, que ainda não teve sua operação iniciada.
(b) Distribuição em marchal.
(c) Zona atendida por mais de uma forma de abastecimento (Reservatórios, adutoras ou subadutoras).
(d) Zona abastecida diretamente pela EEAT do respectivo Setor.

Figura 1.127 - Zoneamento do Sistema de Distribuição de Água Tratada do SIAA de Salvador
Fonte: GEOHIDRO (2025).

O SIAA de Salvador conta com 33 reservatórios, subdivididos em um total de 48 câmaras, sendo 34 câmaras de distribuição apoiadas, 12 câmaras elevadas, uma câmara de contato e um *standpipe*. O maior reservatório está situado ao lado da ETA Principal, com volume útil de 36.500 m³, integrante do processo de tratamento de água da ETA Principal, servindo como tanque de contato do sistema de cloração e de poço de sucção da elevatória que bombeia a água tratada para o *standpipe* (início da Adutora Principal). No entanto, este reservatório, não desempenha função no sistema de distribuição de água. Como parte integrante do sistema de distribuição de água o reservatório baixo do setor R7 (quatro câmaras) constitui o de maior capacidade volumétrica, com 36.000 m³.

O **Quadro 1.29** a seguir indica as capacidades de armazenamento dos reservatórios existentes, perfazendo um total de 250.766 m³, sendo 241.538 m³ para os tanques apoiados e 9.228 m³ para os elevados. Com base nos Estudos de População e Demanda previamente apresentados, estima-se a Demanda Máxima Diária (DMD) do SIAA de Salvador em 11,28 m³/s no início de Plano (ano 2023: Salvador = 10.025 L/s; Lauro de Freitas 772 L/s; Simões Filho = 482 L/s). Assim, o volume de reservação existente representa 25,7% do volume diário correspondente à DMD (974.592 m³). Já o volume dos reservatórios em operação, que totaliza 197.316 m³ (apoiados e elevados) representa 20,2% do volume diário correspondente à DMD, valor próximo ao limite inferior preconizado para projetos de Reservatórios de Distribuição, que varia de 1/5 (20%) a 1/3 (33%) do consumo máximo diário.

O **Quadro 1.29** apresenta também o estado de conservação e a presença de vazamentos e fissuras nos reservatórios, conforme inspeção realizada no Plano de Segurança da Água do SIAA de Salvador - Embasa (2023c). Dos reservatórios apresentados, 04 estão em estado de conservação ruim e 08 possuem fissuras e vazamentos. Destaca-se que os reservatórios fora de operação (R6, R4, R4T, R13 e R18T), o reservatório R21 (pertencente a Simões Filho) e o reservatório de contato (ETA Principal) não foram contemplados nessa inspeção.

Quadro 1.29 - Capacidade dos reservatórios existentes do SIAA de Salvador

Código Atual	Localização	Cota (m)		Capacidade (m³)		Operação atual	Estado de Conservação	Vazamentos e fissuras
		Fundo	Extravasor	Apoiado	Elevado			
Unidade Regional da Bolandeira – UMB								
R1	Duna (2 câmaras)	56,80	68,80	11.500	-	Ativo	Regular	Sim
R20	Fazenda Grande III	69,00	77,00	8.700	-	Ativo	Bom	Não
R23A	Caji (2 câmaras)	65,70	73,70	17.400	-	Parcialmente Ativo [1]	Bom	Não
R23B	Ceasa (2 câmaras)	86,00	94,00	17.400		Ativo	Bom	Não
R23BT	Ceasa	104,85	109,55	-	500	A iniciar operação	Bom	Não
Unidade Regional do Cabula – UML								
R6	Alto do Peru (2 câmaras)	68,20	SI	17.400	-	Fora de Operação	SI	SI
R6T	Alto do Peru	SI	SI	-	SI	Fora de Operação	SI	SI
R7	Cabula (4 câmaras)	79,80	91,80	36.000	-	Ativo	Regular	Sim
R7T	Cabula	102,50	107,50	-	500	Ativo	Bom	Não
R25	Goméia	79,00	87,00	8.700	-	Ativo	Bom	Não
R25T	Goméia	105,50	111,10	-	1.000	Ativo	Bom	Não
Unidade Regional da Federação – UMF								
R3	Caixa D'Água (2 câmaras)	71,00	74,00	10.000	-	Ativo	Bom	Não
R3T	Caixa D'Água	94,10	99,50	-	700	Ativo	Bom	Não

Código Atual	Localização	Cota (m)		Capacidade (m³)		Operação atual	Estado de Conservação	Vazamentos e fissuras
		Fundo	Extravasor	Apoiado	Elevado			
R4	Pitangueiras (2 câmaras)	62,80	66,30	21.000	-	Fora de Operação	SI	Não
R4T	Pitangueiras	79,80	83,80	-	750	Fora de Operação	SI	Não
R5	Garcia (2 câmaras)	60,90	65,90	3.000	-	Fora de Operação	Ruim	Sim
R5T	Garcia	92,20	96,20	-	500	Ativo	Regular	Não
R15	Federação	60,00	69,00	21.500	-	Ativo	Bom	Não
R15T [2]	Federação	90,00	98,00	-	1.000	Ativo	Bom	Não
R19	Campinas de Brotas (2 câmaras)	59,00	67,00	17.400	-	Ativo	Bom	Não
R19T	Campinas de Brotas	80,75	85,25	-	500	Ativo	Bom	Não
Unidade Regional de Pirajá – UMJ								
R10	Ilha Amarela	97,00	105,00	8.700	-	Ativo	Regular	Não
R10T	Ilha Amarela	111,50	118,50	-	700	Ativo	Regular	Não
R12	Praia Grande (2 câmaras)	51,00	55,00	800	-	Ativo	Regular	Sim
R13	Coutos (2 câmaras)	53,00	57,00	1.100	-	Fora de Operação	SI	SI
R14	Águas Claras (2 câmaras)	104,00	112,00	17.400	-	Ativo	Regular	Sim
R14T	Águas Claras	119,00	128,80	-	500	Fora de Operação	Ruim	Sim
R17	Pirajá	104,00	111,00	7.616	-	Ativo	Bom	Não
R17T [2]	Pirajá	119,00	128,40	-	600	Ativo	Regular	Não
R18	Valéria	110,00	118,00	8.700	-	Ativo	Ruim	Sim
R18T	Valéria	126,30	134,60	-	500	Fora de operação	SI	SI
R21 [3]	Simões Filho (2 câmaras)	102,00	110,00	7.222	1.478	Ativo	SI	SI
R26T-1	Simões Filho	120,60	125,10	-	500	Em implantação	-	-
R26T-2	Simões Filho	106,50	111,30	-	1.000	Em implantação	-	-
R24	**ETA Principal**	111,20	115,20	36.500	-	-	SI	SI
R24T	**ETA Principal (*Standpipe*)**	135,00	142,75	-	4.700	-	Regular	Sim

TOTALIZAÇÃO	**Capacidade (m³)**			**Total em estado de conservação ruim**	**Total com fissuras e vazamentos**
	Apoiado	**Elevado**	**Total**		
SUBTOTAIS [4]	**241.538**	**9.228**	**250.766**	**4**	**8**
TOTAIS EM OPERAÇÃO [4]	**190.338**	**6.978**	**197.316**		

SI: Sem informação.

Notas [1] Uma das câmaras encontra-se desativada.

[2] O R15T e R17T operam como reservatórios de jusante, isto é, reservatório de sobra, que recebe e fornece água para a rede de distribuição;

[3] O R21 incorpora câmaras alta e baixa na mesma estrutura.

[4] Esses totais não incluem os reservatórios **R24** e **R24T**, pois os mesmos não podem ser considerados no volume total de reservação do sistema, uma vez que atendem a operações específicas da ETA Principal, respectivamente no processo de tratamento da ETA (função do R24) e alimentação da Adutora Principal ETA-R7 (função do R24T).

Fonte: Adaptado de Embasa (2023e), Embasa (2025).

Convém mencionar que o PARMS 2016 previa as seguintes ampliações em reservatórios de distribuição de água do SIAA de Salvador, como mostra o **Quadro 1.30**, das quais apenas as intervenções no Setor R19 podem ser consideradas implantadas; no Setor R23, são consideradas parcialmente implantadas, até o presente momento, uma vez que o reservatório R23BT ainda não se encontra em operação.

Quadro 1.30 - Ampliações previstas no PARMS 2016 e situação atual

Parque de Reservação	Volume (m³)		Situação atual
	Previsto	Implantado e em operação	
R1 – Apoiado	20.000	-	Pendente
R3 - Apoiado	2.800	-	Pendente
R6 – Apoiado [1]	17.400	-	Pendente
R7 - Apoiado	8.700	-	Pendente
R10 - Elevado	700	-	Pendente
R14 - Apoiado	17.400	-	Pendente
R17- Apoiado	2.800	-	Pendente
R18 - Apoiado	17.400	-	Pendente
R19 – Apoiado	2.900	8.700	Implantado
R19T - Elevado	500	500	Implantado
R20 - Apoiado	21.500	-	Pendente
R21B – Apoiado	5.000	-	Pendente
R21B - Elevado	500	-	Em implantação [2]
R23A - Apoiado	8.700	8.700	Implantado
R23B - Apoiado [3]	17.400	17.400	Implantado
R23BT - Elevado [3]	500	-	Implantado. Operação não iniciada
R25 - Apoiado	3.000	-	Pendente
TOTAL	**147.200**	**35.300**	**-**

Notas: [1] A Reativação do Setor R6 foi preconizada pelo PDAA/98 e ratificada pelo PARMS 2016.
[2] Estão sendo implantados dois reservatórios elevados (500 m³ e 1000 m³) para atendimento da ZA 84.
[3] Reservatórios de novos setores propostos no PARMS 2016 (não se trata de ampliações de setores existentes).
Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

Do volume total de reservação previsto pelo PARMS 2016 (147.200 m³), observa-se que apenas 24% do volume se encontra efetivamente implantado e em operação (35.300 m³). Conclui-se, portanto, que deixaram de ser feitas intervenções importantes em Reservatórios de Distribuição de Água. Vale salientar que o Estudo de População e Demandas indica uma redução da população atendida pelo SIAA de Salvador no período entre a elaboração do PARMS 2016 e a presente revisão, sendo assim necessário reavaliar a capacidade de cada parque de reservação do SIAA. Essa avaliação é realizada no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade do SIAA de Salvador (Fase 2, Tomo III, Vol. 01).

A seguir são feitas considerações sobre os Reservatórios e Zonas de Abastecimento de Água do SIAA de Salvador e seus correspondentes Setores de Abastecimento.

A maior parte das ZA são alimentadas por Reservatórios Setoriais, sendo nesse caso atribuída a denominação de Setor de Abastecimento à parcela da rede sob influência de determinado Reservatório de Distribuição. Cada Setor de Abastecimento abrange uma ou mais ZA. Existem, no entanto, zonas de abastecimento atendidas diretamente por adutoras (distribuição em marcha), sem o controle de reservatórios. Tal situação não é a recomendável, já que o uso dos reservatórios possibilita regularizar a vazão de adução em função da variação horária das demandas do sistema e um melhor controle das pressões na rede de distribuição, além da garantia de uma reserva de água destinada para demandas de equilíbrio, de emergência ou de incêndio.

Verificam-se, ainda, zonas abastecidas por mais de um reservatório, conforme pode ser observado nos croquis e mapas apresentados na sequência, que mostram mais detalhadamente a configuração de cada Setor de Abastecimento do SIAA de Salvador. Essa situação deve ser resolvida por meio da criação de novas Zonas de

Abastecimento (ZA) ou da implementação de ações que permitam o abastecimento da ZA por um único Setor de Abastecimento. No Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade do SIAA de Salvador será realizada a verificação hidráulica dos setores e apresentada a proposta de nova setorização.

Lista-se abaixo as zonas de abastecimento que são atendidas diretamente por adutoras ou subadutoras, conforme a Embasa (2024):

- ZA 42, ZA 48, e parte da ZA 44, na UMB;
- Parte da ZA 08, ZA 09, ZA 10, parte da ZA 11, ZA 12 e ZA 15, na UMF;
- ZA 62, ZA 64, ZA 65, ZA 70, parte da 72, ZA 77, ZA 79, ZA 81, ZA 82, ZA 83 e ZA 84 na UMJ;
- ZA 20, ZA 21 e parte da ZA 31, na UML.

As zonas atendidas por mais de um Parque de Reservação, de acordo com a equipe operacional da Embasa (2024), estão apresentadas a seguir:

- ZA 43, 44 e 53 na UMB;
- ZA 25 na UML.

Além disso, existem zonas de abastecimento cujos limites abrangem mais de um município, sendo estas:

- ZA 44 e 48 na UMB, abrangem áreas de Salvador e Lauro de Freitas;
- ZA 65 e 67 UMJ, dividem-se entre Salvador e Simões Filho;
- ZA 79, abrange áreas dos três municípios (Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho).

1.7.1 Unidade Regional da Bolandeira – UMB

A Unidade Regional da Bolandeira compõe-se de treze Zonas de Abastecimento. Na área administrada pela UMB existem quatro Parques de Reservação, que formam três Setores de Abastecimento, além de algumas Zonas de Abastecimento atendidas diretamente por adutora, sem controle de reservatórios, caracterizando-se uma prática não recomendável de abastecimento: a ZA 42, abastecida diretamente por uma derivação do bombeamento da EEAT Teodoro Sampaio-R1(Duna), conduto forçado por recalque; a ZA 48 e parte alta da ZA 44, abastecidas pela adutora principal. A área de abrangência da UMB, na situação atual, está assim constituída (**Figura 1.128**):

- Setor R1 (Duna): ZA 41;
- Setor R20 (Fazenda Grande III): ZA 43 (exceto CAB), 46, 47, 49, 50, 51 e 53 (parte);
- Setor R23A (Caji): ZA 44 (parte), 45, 52 e 53 (parte) e R23B: ZA 44 (parte) e ZA 53 (parte);
- ZA 42 (abastecida pela adutora da ETA Teodoro Sampaio - R1); e
- ZA 48 e parte da ZA 44 (abastecidas pela adutora principal).

Além das Zonas de Abastecimento, acima relacionadas, a UMB, por meio de um *booster* localizado na ZA 45, atende uma pequena parte do SAA Machadinho Sul do município de Camaçari (Busca-Vida). Esse Sistema está apresentado detalhadamente no Relatório de Estudos Básicos – Diagnóstico (Fase 1, Tomo II, Volume 2, Cap. 4) do PARMS 2023.

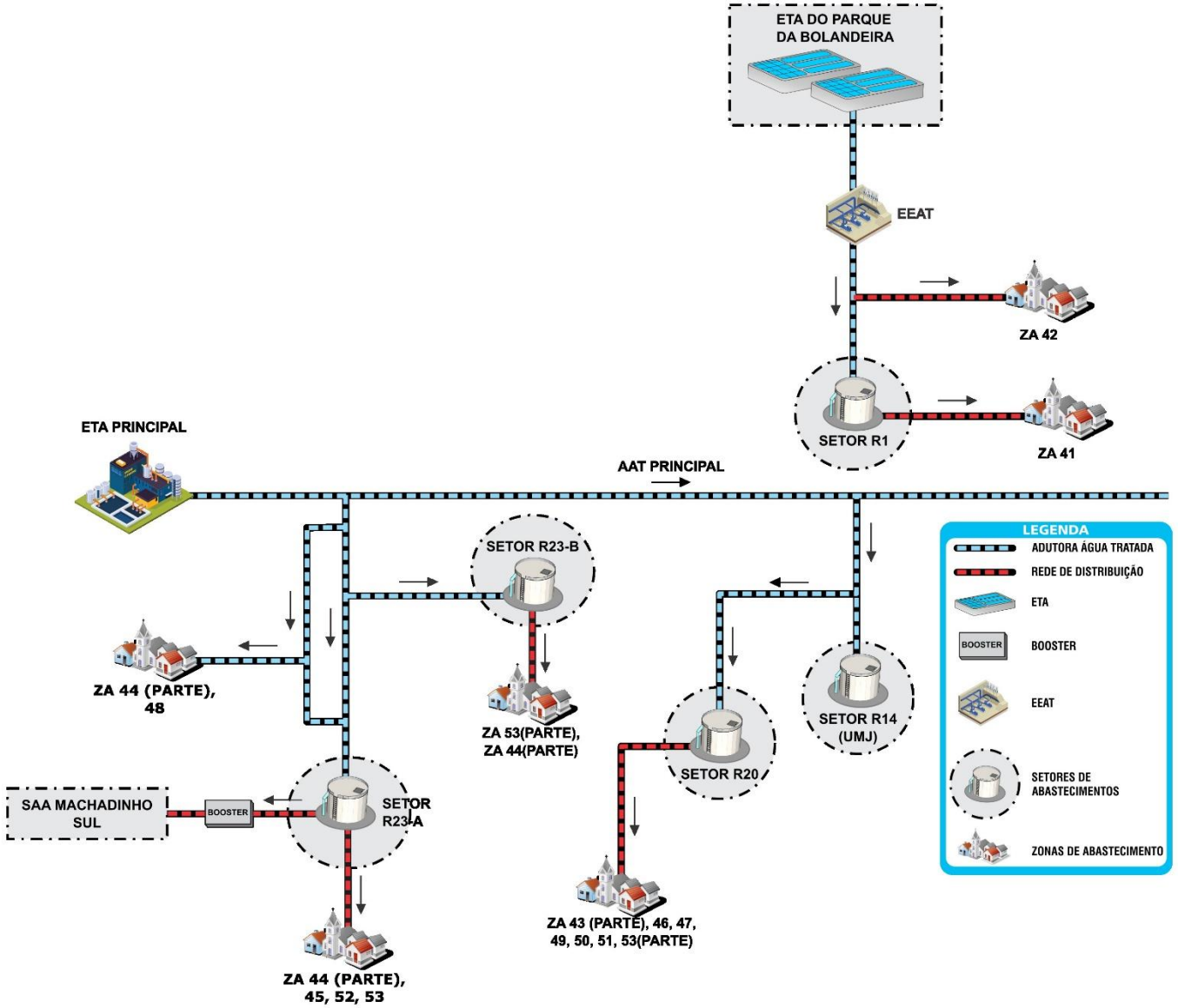


Figura 1.128 - Croqui simplificado da UMB
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

1.7.1.1 Setor R1 (Duna)

O Setor R1 é composto por Reservatório Apoiado constituído de duas câmaras com capacidade total de 11.500 m³, localizadas na Estrada do Curralinho, divisa entre os bairros Boca do Rio e Imbuí, em Salvador.

O reservatório é alimentado por meio de Adutora por recalque com DN 700 e extensão de 1.450 m, proveniente da ETA Teodoro Sampaio, recebendo também adução por recalque a partir da ETA Vieira de Mello com DN 700 e extensão de 1.600 m.

Em sua concepção original, o Setor R1 previa atender às **Zonas de Abastecimento 41 e 42.** Entretanto, face ao crescimento do setor sem as devidas ampliações, o setor foi desmembrado, atendendo atualmente apenas a Zona 41.

A Zona 42 está sendo abastecida por derivação na linha de recalque Parque da Bolandeira – R1 (Duna), conforme indicado na **Figura 1.129**. Vale destacar que, para atendimento da ZA 42, foi implantada uma linha tronco de DN 500, do R1 para a Av. Octávio Mangabeira (conforme projeto de Reorganização e Ampliação do Setor Hidráulico R1), restando a execução de dois entroncamentos nas proximidades do R1 e da travessia aérea sobre o Rio das Pedras. A colocação em operação dessa linha tronco viabiliza a retirada do abastecimento da ZA 42, via bombeamento da EEAT Teodoro Sampaio (EMBASA, 2024).

Os níveis de água operacionais do reservatório deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.31**.

Quadro 1.31 - Níveis Operacionais do Reservatório do Setor R1

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R1	Duna (2 câmaras)	UMB (Bolandeira)	56,80	68,80	12,00

Fonte: Embasa (2023e).

A área atual de abrangência do Setor de Abastecimento do Reservatório R1 engloba a Zona de Abastecimento 41, onde se encontram os seguintes bairros: Nordeste de Amaralina (parte), Pituba (parte), Itaigara (parte), Caminho das Árvores (parte), STIEP, Costa Azul, Jardim Armação, Boca do Rio (parte) e Imbuí (parte).

Ressalta-se que o reservatório R1 ainda abastece de forma complementar uma pequena parte do bairro de Pernambués, na ZA 25, integrante do Setor R7 da UML, conforme ilustrado na **Figura 1.129**, onde é apresentado o croqui do Setor R1 para melhor entendimento da sua configuração. Na **Figura 1.130** podem ser observados a área de abrangência do Setor, sua altimetria, a delimitação das ZA, reservatórios, adutoras, pontos críticos e *boosters* existentes.

A ZA 42, abastecida provisoriamente pela adutora Bolandeira - R1, compreende as seguintes localidades: Boca do Rio (parte), Imbuí (parte), Pituaçu (parte), Patamares (parte) e Piatã (parte).

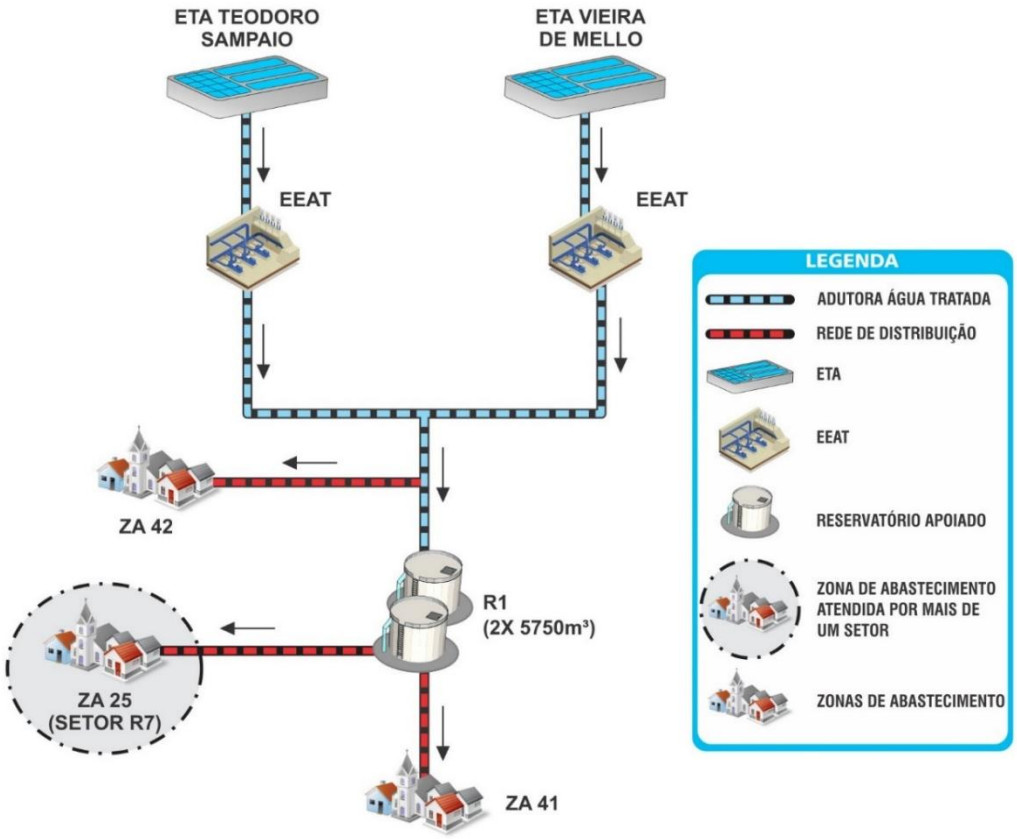


Figura 1.129 - Croqui do Setor R1
Fonte: Adaptado de Embasa (2022).

Segundo informações disponibilizadas pela Embasa, no Setor R1 e ZA 42 existem 4 (quatro) pontos críticos de abastecimento em virtude de baixa pressão na rede, os quais são apresentados no **Quadro 1.32** e espacializados na **Figura 1.130**. Como pode ser observado, os referidos pontos situam-se nas áreas localizadas em cotas mais elevadas e afastadas do Parque de Reservação R1.

Quadro 1.32 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R1 e ZA 42

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Alameda Carrara	Pituba	41	32
PC2	Rua do Ébano	Caminho das Árvores	41	44
PC3	Alameda Catabas	Caminho das Árvores	41	46
PC4	Hospital Sarah	Stiep	41	36

Fonte: Embasa (2024).

Além desses, existia um ponto crítico na rua Araújo Bastos (Pituaçu), na ZA 42, que foi resolvido após a substituição de uma linha tronco na rua Dom Eugênio Sales e implantação de duas linhas na Av Octávio Mangabeira, e um ponto crítico na Rua Colmar Americano da Costa (Pituba), na ZA 41, onde atualmente existe um *booster* (**Quadro 1.33**), que opera por aproximadamente 10 h/dia, a depender da pressão na rede. A UMB informou que até o mês de junho/2025 o assentamento na Alameda Carrara de 900 m de uma LT DN 300, em andamento, será concluído, resolvendo-se os PC2 e PC3.

Quadro 1.33 - Características do Booster Colmar Americano da Costa

Nome do *Booster*	Endereço	Coordenadas Geográficas		N° de bombas	Vazão Nominal (L/s)	Potência Instalada (cv)
		X	Y			
Booster Colmar Americano da Costa	Rua Colmar Americano da Costa – Pituba	558.089,01 W	8.562.629,64 S	1+1 (reserva fria)	10,66	7,50

Fonte: Adaptado de Embasa (2023e).

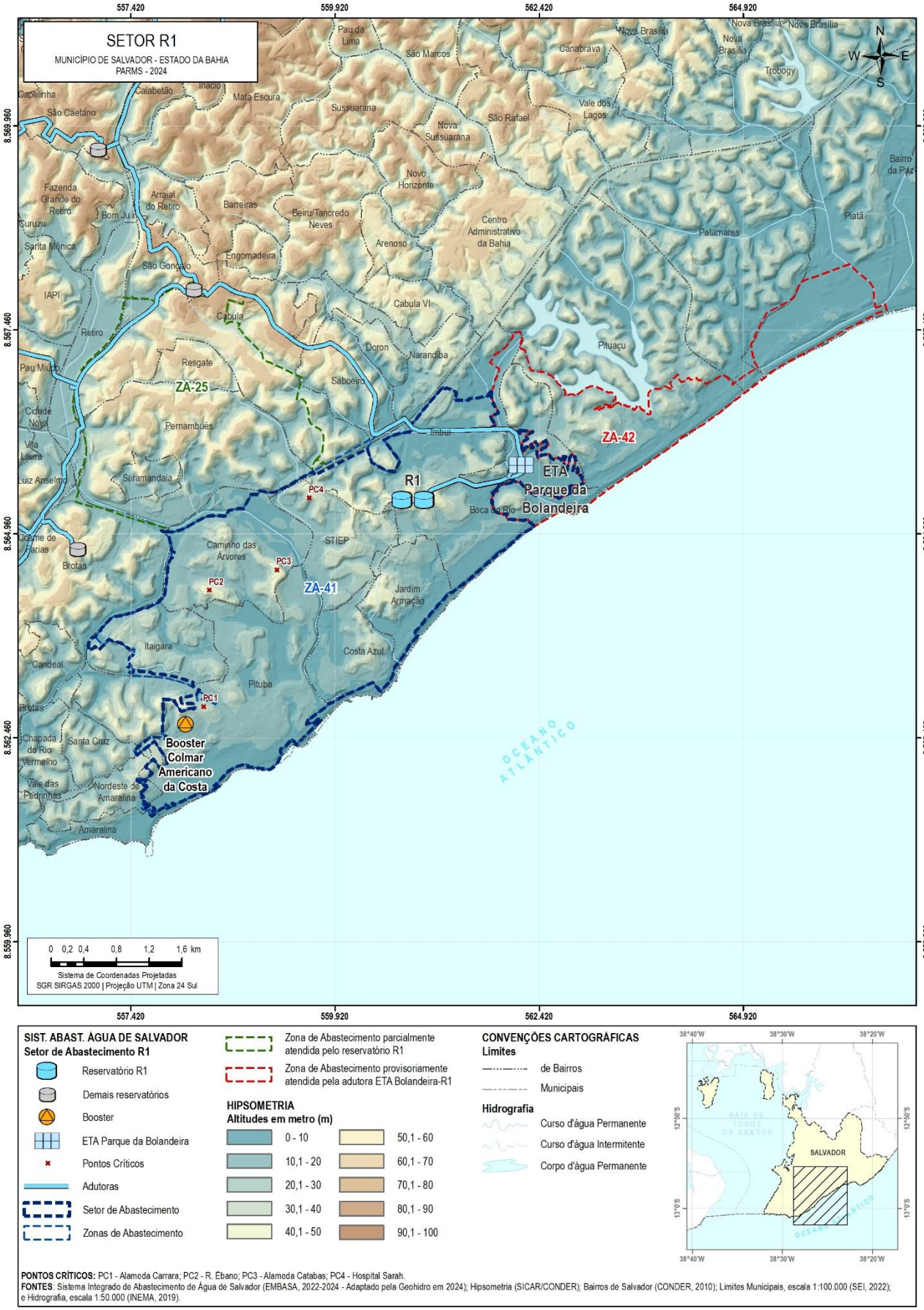


Figura 1.130 - Área de abrangência e pontos críticos do Setor R1 e ZA 42.
Fonte: GEOHIDRO (2024).

O Projeto de Reorganização e Atualização da área de influência do Setor R1 (2014) e o PARMS 2016 preveem a reincorporação da ZA 42 ao Setor R1. O Projeto propõe a ampliação do Parque de Reservação R1, com uma nova câmara apoiada, com capacidade de 20.000 m³, a ser construída em área contígua à dos reservatórios existentes e uma nova adutora de aço, DN 1.000, para operar em paralelo com a tubulação de aço existente DN 700. Todos os reservatórios funcionarão como vasos comunicantes, totalizando um volume de reservação de 31.500 m³ para atendimento das ZA 41 e 42, de acordo com a concepção original do Setor R1.

Além da ampliação do Parque de Reservação, o projeto existente prevê uma nova Estação Elevatória, desvinculada da ETA Teodoro Sampaio, em área contígua ao reservatório da atual elevatória "Baixa Carga", que seria desativada. A EEAT também seria destinada à adução para o Parque de Reservatórios do Setor R7 (Cabula), em substituição à elevatória existente denominada "Alta Carga". Sendo assim, a nova EEAT deverá ser constituída por quatro CMB de operação regular, sendo dois específicos para o Setor R1 e os outros dois destinados ao Setor R7, sendo admitido que o CMB reserva seria comum aos dois Setores. Segundo equipe operacional da Embasa (2024), a obra referente à nova EEAT foi contratada e rescindida, visto que o projeto executivo está sendo revisado.

No que concerne à avaliação da capacidade de reservação do Setor R1, o PARMS 2016 verificou que o volume total de reservação, considerando o atendimento das ZA 41 e 42, representava apenas 11,6% do VMD, equivalente à Demanda Máxima Diária (DMD) do setor em 2015. Diante disso, foi proposta a ampliação da capacidade de reservação em 20.000 m³, que deveria ser implantada no ano de 2020.

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição das ZA 41 e 42, foi proposto o reforço das linhas tronco com extensão de 15.212 metros, inserção de duas válvulas redutoras de pressão nas linhas tronco da ZA-42 e extensão de 51.807,40 m de rede de distribuição secundária. De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas na ZA 41 a substituição/extensão de 531 m de linhas tronco e 3.944 m de rede no Setor, além da expansão de 4.216 ligações domiciliares. Para a ZA 42 foram executadas a substituição/extensão de 6.734 m de linhas tronco e 3.366 m de rede, além da expansão de 902 ligações domiciliares.

A **Figura 1.131** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R1 e ZA 42. A **Tabela 1.19** mostra a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), a ZA 41 possui aproximadamente 279.911 m de rede, e a ZA 42 possui 69.902 m de rede, nas quais predominam a rede em PVC.

Tabela 1.19 - Extensão da rede de distribuição das ZA 41 e ZA 42

Zona de Abaste-cimento	Extensão de rede por tipo de material (m)								
	Aço	Concreto	FºFº	PEAD	PVC	PVC de FºFº	PVC PBA	PVC VINILFER	Total
41	514,16	-	70.332,63	10.683,45	184.264,32	12.841,08	322,86	953,19	279.911,69
42	98,66	79,42	11.325,84	3.218,04	48.690,86	6.487,43	-	-	69.900,25
Total	612,82	79,42	81.658,47	13.901,49	232.955,18	19.328,51	322,86	953,19	349.811,94
% Rede	**0,18%**	**0,02%**	**23,34%**	**3,97%**	**66,60%**	**5,53%**	**0,09%**	**0,27%**	**100,00%**

Nota: SI - Sem informação

Fonte: Embasa (2024).

Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

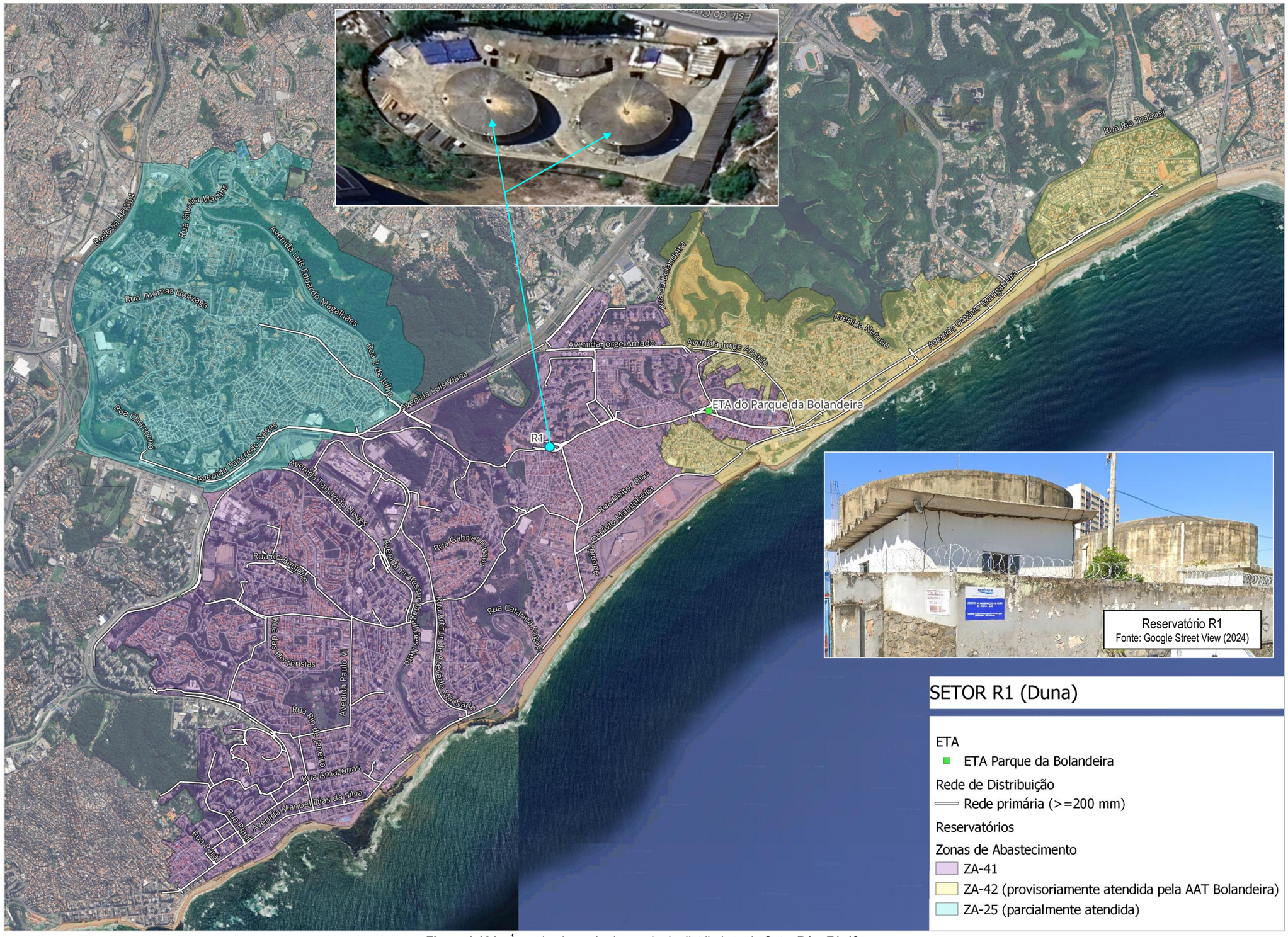


Figura 1.131 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R1 e ZA 42.
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

1.7.1.2 Setor R20 (Fazenda Grande III)

Trata-se de um dos maiores Setores do SIAA de Salvador, com uma ocupação diversificada, abrangendo populosos bairros formados por ocupações espontâneas (Itapuã, São Cristóvão e Bairro da Paz); modernos condomínios planejados em Patamares, às margens da Avenida Paralela e na área compreendida entre as Avenidas Orlando Gomes, Pinto de Aguiar e a própria Paralela; além do Centro Administrativo da Bahia.

O Parque de Reservação do Setor R20 é constituído por um Reservatório Apoiado com capacidade de 8.700 m³, situado na Estrada do Coqueiro Grande, bairro de Fazenda Grande III, em Cajazeiras. A alimentação do R20 é feita por meio de uma derivação da Adutora Principal, em seu trecho com DN 1.800, na altura do entroncamento da BA-528 com a BR-324. Inicialmente a derivação tem trecho comum com a adução para o R14 apoiado, com DN 1.200, subderivando desta linha para o R20 por meio de uma tubulação com DN 800. Tal configuração reduz a carga hidráulica para o R14. A Embasa contratou um projeto específico para a nova subadutora para o R20, considerando que a derivação seja realizada diretamente a partir da adutora principal.

Dentro do Parque R20, a montante do RAD foi implantada uma válvula de controle DN 600, que gere a vazão do Setor de Abastecimento.

Os níveis de água operacionais do reservatório deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.34**.

Quadro 1.34 - Níveis Operacionais do Reservatório do Setor R20

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R20	Fazenda Grande III	UMB (Bolandeira)	69,00	77,00	8,00

Fonte: Embasa (2023e).

De acordo com Embasa, o Setor de Abastecimento R20 abrange as seguintes Zonas de Abastecimento e respectivas localidades:

- **ZA 43**: Alphaville, CAB, Vale dos Lagos (parte), Canabrava (parte), Trobogy (parte), Imbuí (parte), Pituaçu (parte), Patamares (parte), Piatã (parte), Mussurunga (parte), São Cristóvão (parte), Itapuã (parte);
- **ZA 46**: Stella Maris (parte), Itapuã (parte) e Alto do Coqueirinho;
- **ZA 47**: Bairro da Paz;
- **ZA 49**: Stella Maris (parte) e Itapuã (parte);
- **ZA 50**: Piatã (parte) e Itapuã (parte);
- **ZA 51**: Mussurunga (parte).

O Parque de Reservação R20 também abastece parte da ZA 53 (bairros Aeroporto e Jardim das Margaridas-parte), integrante do Setor R23 da UMB. Destaca-se, ainda, que foi atribuído aos reservatórios R7 (UML) e R14 (UMJ) fazer o suprimento de uma parcela da ZA 43 vinculada ao Setor R20, respectivamente CAB e Vila Cajá.

Na **Figura 1.132** está apresentado o croqui simplificado do Setor R20 para facilitar o entendimento da configuração deste Setor. Na **Figura 1.133** pode-se observar a área de abrangência do Setor R20, sua altimetria, a delimitação das ZA, reservatórios, adutoras, pontos críticos e *boosters* existentes.

Conforme relato da equipe operacional da Embasa, as relevantes diferenças de cotas topográficas presentes nesta zona contribuem para a ocorrência de pressões divergentes do recomendável nos períodos de maior e menor demanda, ou seja, baixas pressões em algumas áreas e elevadas pressões em outras.

Neste Setor, encontram-se 6 pontos críticos de distribuição em decorrência de baixa pressão na rede, os quais são mostrados no **Quadro 1.35**, abaixo, e espacializados na **Figura 1.133**. Além dos pontos abaixo, existiam sete pontos críticos, já resolvidos, localizados na Alameda Praia do Flamengo (Stella Maris), na rua da Felicidade (Bairro da Paz), na rua São Sebastião (Mussurunga), e nas ruas Aurélio Pereira de Souza, Dra. Carmem Mesquita, Armando Novais Silveira e Adutora do Parque (essas últimas em São Cristóvão).

Quadro 1.35 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R20

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua Bonsucesso	Alto do Coqueirinho	46	31
PC2	Rua Padre Domingos	Alto do Coqueirinho	46	33
PC3	Rua Bela Vista	Alto do Coqueirinho	46	31
PC4	Rua Luís Viana Filho	Itapuã	46	44
PC5	Rua Ubatã	Bairro da Paz	47	35
PC6	Rua Getúlio Vargas	Bairro da Paz	47	33

eFonte: Embasa (2024).

O **Quadro 1.36** apresenta quatro b*oosters* instalados no Setor R20, visando a regularização da pressão na rede de distribuição, conforme pode ser observado na **Figura 1.133**.

Quadro 1.36 – Características dos *Boosters* do Setor R20

Nome do *Booster*	Endereço	Coordenadas Geográficas		Zona de Abaste-cimento	N° de bombas	Vazão Nominal (L/s)	Potência Instalada (cv)
		X (m)	Y (m)				
Booster Stella Maris	Rua Mãe Stella de Oxóssi, Stella Maris,	570.177,15 W	8.571.381,09 S	46	1+1	3,0	0,3
Booster Mussurunga	Rua Eurico da Costa Coutinho, Mussurunga	568.515,98 W	8.572.247,91 S	51	1+1	9,2	7,5
Booster Nova Brasília	Rua Paulo Afonso Baqueiro, Nova Brasília de Itapuã	569.478,22 W	8.569.661,96 S	46	1+1	11,1	12,5
Booster São Cristóvão (recentemente instalado)	Rua Arquiteto Marcos Moreira Solter, São Cristóvão	568.561,63 W	8.573.064,29 S	43	1+1	5,6	3,0

Fonte: Embasa (2023e, 2025).

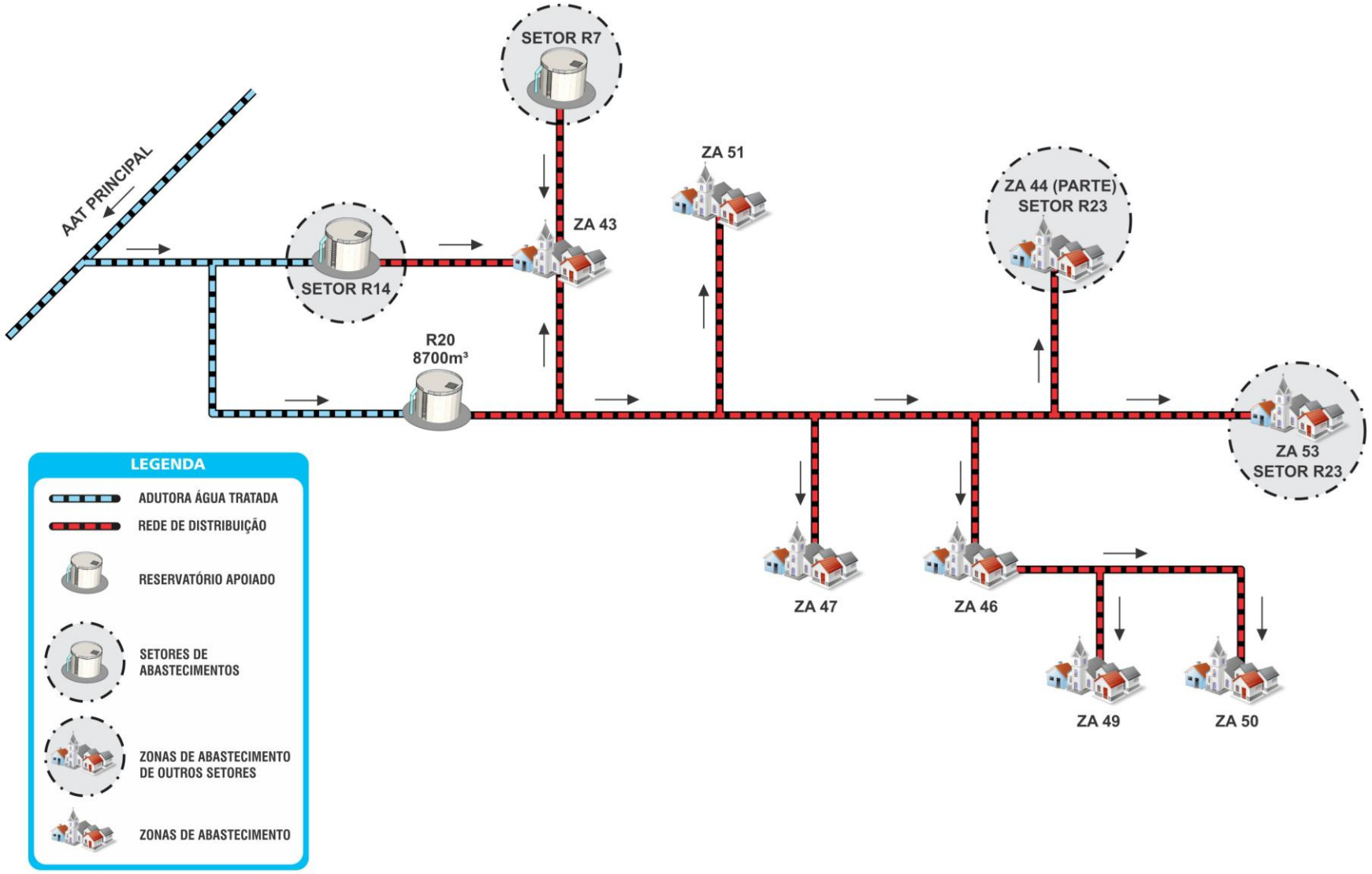


Figura 1.132 - Croqui Atual do Setor R20
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

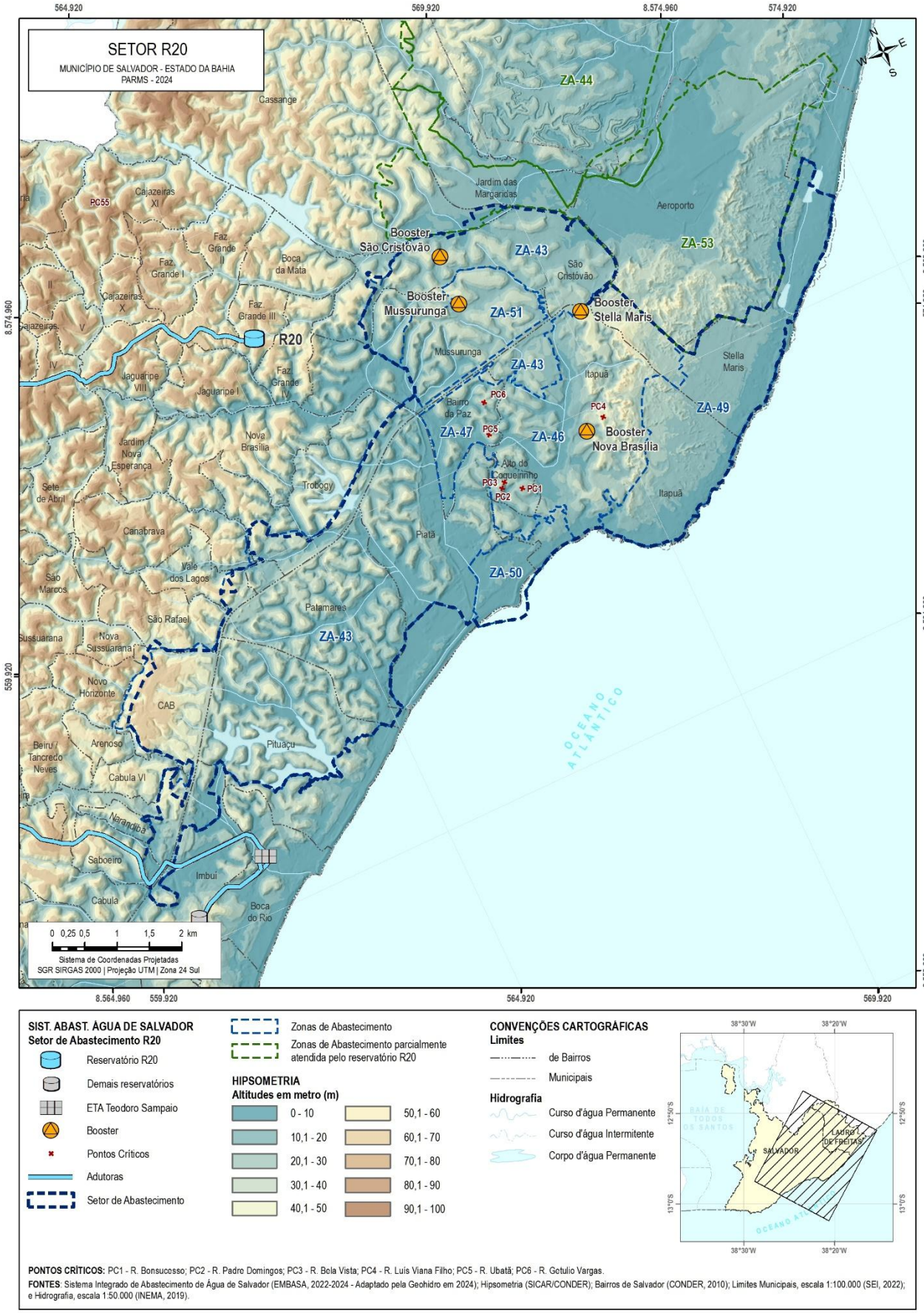


Figura 1.133 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento do Setor R20
Fonte: GEOHIDRO (2024).

No que concerne aos planos e projetos do Setor R20, a Embasa elaborou o Projeto Básico de Reorganização e Atualização do Setor R20, que foi concluído em 2014. Esse projeto previa a implantação de mais quatro câmaras apoiadas sendo duas de 8.700 m³ e duas de 16.500 m³, que deveriam ser implantadas em condições altimétricas iguais à do reservatório existente. As cinco câmaras seriam interligadas, funcionando como vasos comunicantes. Devido à inexistência de área contígua ao reservatório existente, o projeto indicou uma área no mesmo logradouro, porém no lado oposto ao do reservatório existente (PARMS, 2016).

Foi prevista a divisão do setor R20 em duas zonas, sendo que o reservatório novo (R20-A) e o reservatório existente (R20-B) deveriam abastecer as zonas relacionadas no **Quadro 1.37.**

Quadro 1.37 - Configuração proposta pelo projeto de reorganização do Setor R20 - 2014

Zonas propostas para o Setor R20	Reservatório de abastecimento	Descrição da zona de abastecimento
ZA 43 A	Reservatório projetado (R20-A)	Mussurunga e São Cristóvão
ZA 46		Alto Coqueirinho, Itapuã Nova Brasília, Piatã (parte), Flamengo (parte) e Stella Maris (parte)
ZA 49		Flamengo (parte) e Stella Maris (parte)
ZA 50		Piatã
ZA 43 B	Reservatório existente (R20-B)	CAB, Paralela, Patamares, Trobogi e Piatã
ZA 47		Bairro da Paz

Fonte: Projeto Básico de Reorganização do Setor de Abastecimento de Água R20 (2014) apud PMSBI de Salvador (2023).

O PARMS 2016 propôs a implantação de 2 novas câmaras de 10.750 m³, totalizando uma capacidade de reservação de 30.200 m³. Considerou-se nessa previsão a condição desejável de manter um volume de reservação entre 1/4 (25%) e 1/3 (≈ 33%) do Volume Máximo Diário (VMD) correspondente à Demanda Máxima Diária (DMD) do Setor.

No **Quadro 1.38**, apresentam-se as zonas vinculadas ao Setor R20, conforme proposição do PARMS 2016. Nesta proposta apenas uma pequena parte (4%) da Zona 43, localizada acima da cota topográfica de 50 m, não seria atendida pelo R20 e sim pelo Setor R7.

Quadro 1.38 - Zonas propostas para o atendimento do setor R20 pelo PARMS 2016

Zonas propostas para atendimento do Setor R20	Descrição da zona de abastecimento
ZA 43*	Alphaville, CAB, Costa Verde, Jd. Vila Verde, Mussurunga (parte), Narandiba (parte), Orlando Gomes, Paralela, Patamares, Pq. São Cristóvão, São Cristóvão, 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)
ZA 51	Mussurunga (parte)

Nota: *Este reservatório atende a 96% da Zona 43 e os 4% restantes, referente à parte alta, será atendida pelo Setor R7.

Fonte: PARMS, SIHS (2016).

Importante destacar a elaboração recente do Projeto de Implantação do setor R22, não previsto no PARMS 2016. Este Projeto interfere diretamente na organização e nas intervenções previstas para os setores R7, R14 e R20. Neste sentido, a principal interferência que a implantação do novo setor R22 trará em relação ao setor R20 refere-se à sua área de abrangência, com a inclusão do CAB (ZA 43) para a área de abastecimento do R22, retirando essa demanda do setor R20.

Quanto à verificação hidráulica do sistema de distribuição do Setor R20, o PARMS 2016, realizou a verificação e propôs o reforço das linhas tronco, inserção de válvulas redutoras de pressão e a expansão da rede de distribuição secundária.

De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 5.333 m de linhas tronco e 29.553 m de rede no Setor, além da expansão de 7.105 ligações domiciliares.

Na **Figura 1.134** está apresentada a disposição da rede de distribuição no Setor R20, e a **Tabela 1.20** mostra a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 537.964,50 m de rede, destacando-se o predomínio do uso de tubulações de PVC.

Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

Tabela 1.20 - Extensão da rede de distribuição do Setor R20

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)										
	SI	ACO	CI AMIANTO	CONCRETO	FºFº	PEAD	PVC	PVC DEFºFº	PVC PBA	PVC VINILFER	Total
43	-	1.941,32	-	839,34	47.204,80	12.921,03	138.686,26	19.688,26	-	1.080,34	222.361,35
46	5,49	299,02	7,17	319,44	18.285,33	11.440,17	77.220,88	2.695,53	455,39	191,30	110.919,72
47	-	-	-	-	3.430,84	175,72	24.345,23	923,28		400,20	29.275,27
49	-	-	-	-	10.355,56	3.913,35	70.696,79	1.792,74	2.016,56	1.050,59	89.825,59
50	-	-	8,29	-	6.096,94	2.074,12	18.027,50	1.740,19	-	-	27.947,05
51	3.486,85	-	-	-	6.263,79	15.001,37	28.677,29	1.909,08	2.297,13	-	57.635,53
Setor R20	**3.492,35**	**2.240,35**	**15,46**	**1.158,78**	**91.637,25**	**45.525,75**	**357.653,97**	**28.749,09**	**4.769,09**	**2.722,42**	**537.964,50**
% Rede	**0,65%**	**0,42%**	**0,003%**	**0,22%**	**17,03%**	**8,46%**	**66,48%**	**5,34%**	**0,89%**	**0,51%**	**100,00%**

Fonte: Embasa (2024).

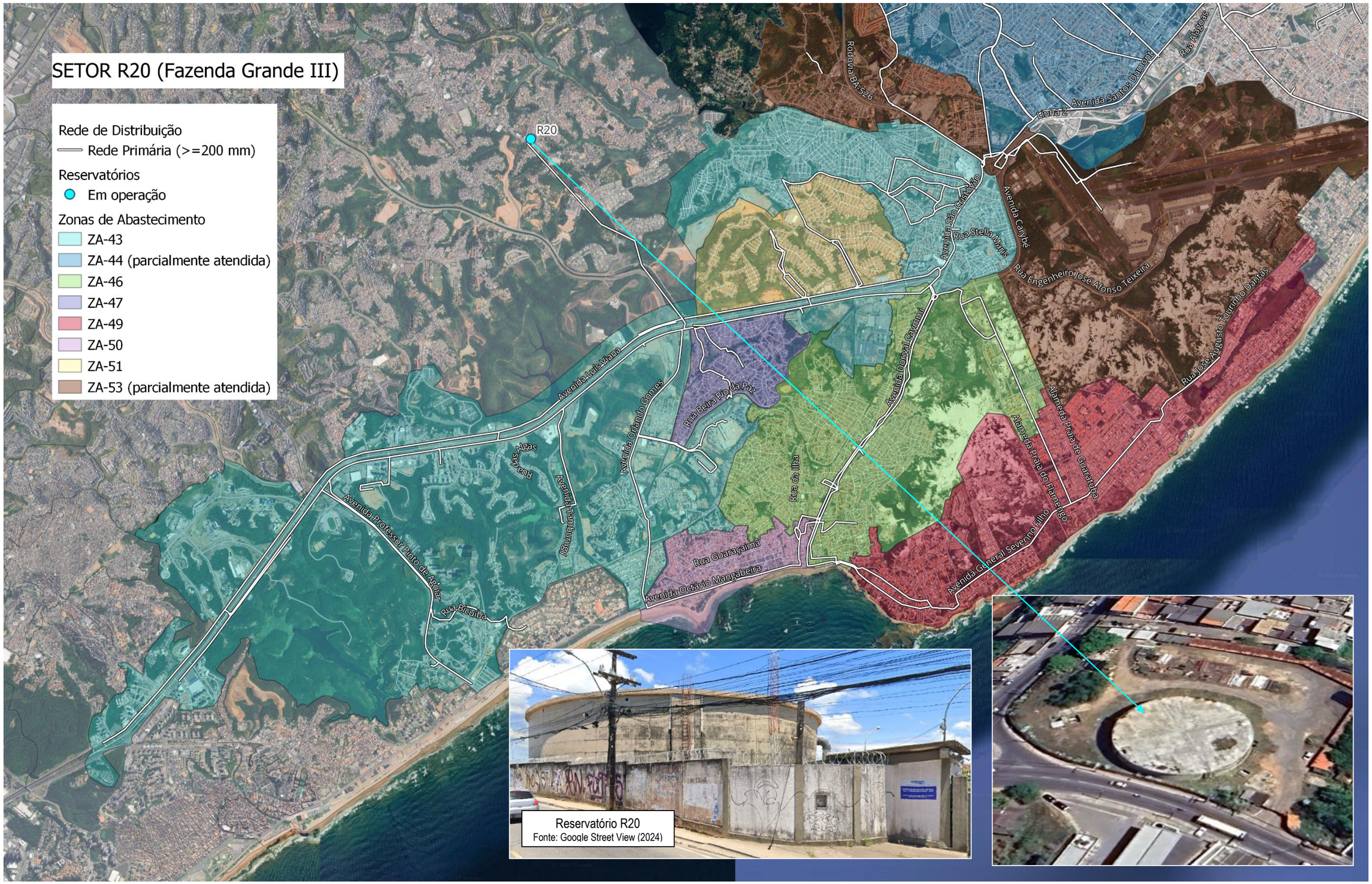


Figura 1.134 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R20
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

1.7.1.3 Setor R23

O Setor R23 abrange o município de Lauro de Freitas em quase sua totalidade, além de áreas do município de Salvador, incluindo parte de Stella Maris (ZA 52) e Jardim das Margaridas e Cassange (ZA 53), bem como parte do município de Camaçari (Busca-Vida),

Este Setor, atualmente, possui dois Parques de Reservação: R23A e R23B. O Parque de Reservação R23A está situado na localidade Parque São Paulo, Caji, em Lauro de Freitas e dispõe de duas câmaras apoiadas de 8.700 m³, cada. O Parque de Reservação R23B está situado nas proximidades da rotatória da CEASA na rodovia CIA-Aeroporto. O R23B apoiado dispõe de duas câmaras de 8.700 m³ cada, e o R23B T elevado possui um reservatório de 500 m³. Destaca-se que EEAT Setorial está inativa, próxima de iniciar a operação, conforme relatado pela equipe da gerência operacional da UMB.

O suprimento dos Parques de Reservação se dá por meio de 02 subadutoras de água tratada em paralelo: uma mais antiga, com DN 800-700-600-500 mm de Ferro Fundido, e outra mais nova, com DN 700 mm também de Ferro Fundido. Ambas derivam da Adutora Principal (EMBASA, 2023f). Ressalta-se que a derivação que abastece os reservatórios apoiados do Parque de Reservação R23B também abastece os reservatórios do Parque de Reservação R23A.

Os níveis de água operacionais dos reservatórios são apresentados no **Quadro 1.39**.

Quadro 1.39 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R23

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R23A	Caji - Lauro de Freitas (2 câmaras apoiadas)	UMB (Bolandeira)	65,70	73,70	8,00
R23B	Ceasa (2 câmaras apoiadas)	UMB (Bolandeira)	86,00	94,00	8,00
R23BT	Ceasa	UMB (Bolandeira)	104,85	109,55	4,70

Fonte: Embasa (2023e).

O Reservatório R23A atende a zona baixa, que corresponde a:

- **ZA 44 (parte)**: Capelão (parte), Quingoma, Caixa d'Água, Vida Nova, Caji (parte), Recreio Ipitanga (parte), Itinga (parte) e Centro (parte) – Lauro de Freitas;
- **ZA 45**: Centro (parte), Recreio Ipitanga (parte), Vila Praiana, Ipitanga, Vilas do Atlântico, Aracuí, Pitangueiras, Buraquinho e Portão – Lauro de Freitas;
- **ZA 52**: Stella Maris (parte) – Salvador.

O Reservatório R23B atende a zona média, sendo:

- **ZA 44 (parte)**: Areia Branca (parte), Itinga (parte) – Salvador; Parque São Paulo, Jambeiro (parte) – Lauro de Freitas;
- **ZA 53 (parte)**: Cassange e Jardim das Margaridas – Salvador.

O Reservatório R23BT atenderá a zona alta, que corresponde à ZA 48 e à parte alta da ZA 44, caso houvesse sido ativado após sua implantação. De acordo com o PSA Salvador, a estação elevatória de água tratada presente no centro R23B possui duas bombas e mais uma reserva, com potência nominal de 175 cv, cada (EMBASA, 2023c). Na situação atual o abastecimento das Zonas mencionadas acima está sendo realizado por meio de derivação da adutora principal. Apresentam-se, a seguir, as localidades incluídas nas ZA 48 e ZA 44 (alta):

- **ZA 48**: Areia Branca – Salvador; Areia Branca (parte), Jambeiro (parte), Capelão (parte) e Caji (parte) – Lauro de Freitas;
- **ZA 44** (parte alta): Itinga (parte) – Salvador.

O Parque de Reservação R23A também abastece, por meio de um *booster* localizado na ZA 45, uma pequena parte do SAA Machadinho Sul, representada pelas localidades de Busca Vida e Vivendas do Bosque, no município de Camaçari. Esse Sistema está apresentado detalhadamente no Relatório de Estudos Básicos – Diagnóstico (Fase 1, Tomo II, Volume 2, Cap. 4) do PARMS 2023. Ressalta-se ainda que a ZA 53 (bairro Aeroporto) e ZA 44 (Jardim das Margaridas/SSA - parte), incluídas na área de abrangência do Setor R23, são atendidas, em parte, pelo Parque de Reservação R20. Além disso, se encontra em fase de estudo o abastecimento da ZA 52 por meio do R20, conforme informações da equipe operacional da Embasa (2024).

O croqui, na sequência, ilustra a configuração do Setor R23 (**Figura 1.135**), onde são visualizadas as formas de abastecimento dos reservatórios e das Zonas acima mencionadas. Na **Figura 1.136**, observa-se a área de abrangência do Setor R23, sua altimetria, a delimitação das ZA, reservatórios, adutoras, pontos críticos e *boosters* existentes.

Neste Setor há pontos críticos de distribuição em decorrência de baixa pressão na rede que são mostrados no **Quadro 1.40** e espacializados na **Figura 1.136**. São observados sete pontos críticos na ZA 44 e um ponto na ZA 45, onde a rede trabalha com pressões abaixo de 10 mca.

Quadro 1.40 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R23

Ponto Crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua Dalva de Rodrigues	Itinga	44	46
PC2	Rua Prof. Theocrito Batista, Quintas do Picuia	Caji	44	29
PC3	Rua Rodolfo Beco Barros, Parque Jockey Clube	Ipitanga	45	20
PC4	Rua São Cristóvão, Parque Santa Rita	Itinga	44	27
PC5	Rua Queira Deus	Portão	45	25
PC6	Rua Santa Bernadete	Itinga	44	42
PC7	Caminho Quarenta e Oito	Vida Nova	44	22

Fonte: Embasa (2024).

São relacionadas, a seguir, as características dos quatro b*oosters* instalados no Setor R23 (**Quadro 1.41**), visando a regularização da pressão na rede de distribuição (**Figura 1.136**).

Quadro 1.41 - Características dos Boosters do Setor R23

Nome da elevatória	Endereço	Coordenadas Geográficas		N° de bombas	Vazão Nominal (L/s)	Potência Instalada (cv)
		X (m)	Y (m)			
Booster Cond. Encontro das Águas	Rua Flora B. de Oliveira, Portão	575.298,05 W	8.576.807,05 S	1+1	7,8	5,0
Booster Busca Vida (opera no verão)	Estrada do Côco, s/n, Camaçari	577.146,28 W	8.578.129,13 S	1+1	41,7	30,0
Booster Bosque das Bromélias, Bairro Novo (desativado)	Rua Joaquim Ferreira, Itinga	569.327,09 W	8.575.495,42 S	1+1	35,0	30,0
Booster Ciamar (desativado)	2ª Tv. 2 de Julho da Ceasa, Areia Branca	569.774,62 W	8.580.913,32 S	1+1	5,6	3,0
Booster Santa Efigênia (desativado)	Rua Santa Efigênia, Itinga	569.867,92 W	8.574.830,52 S	1+1	60,0	30,0
Booster Areia Branca (desativado)	Rua Areia Branca, Areia Branca	569.663,90 W	8.580.028,86 S	1+1	35,8	13,0

Fonte: Embasa (2023e; 2024).

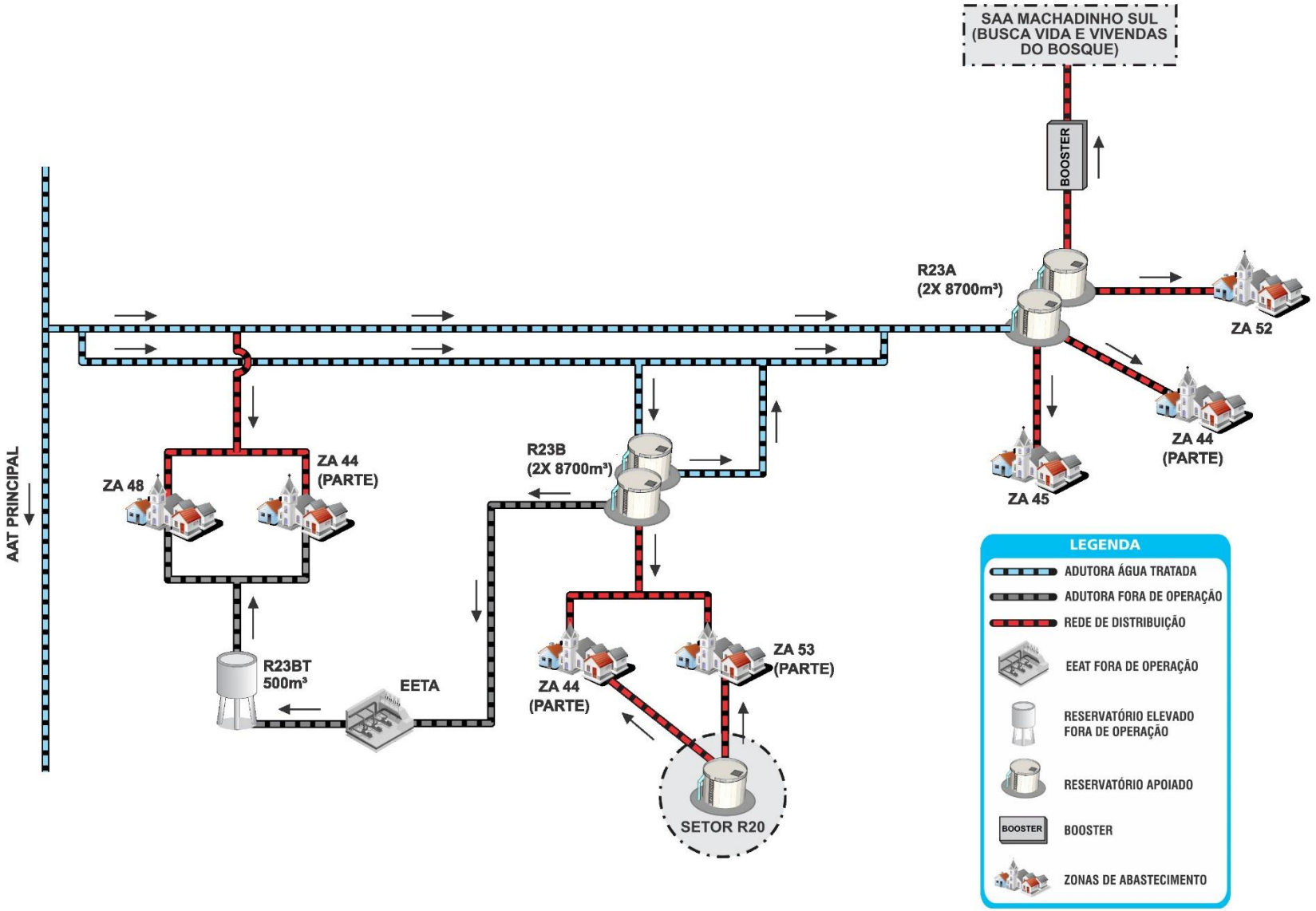


Figura 1.135 - Croqui do setor R23
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

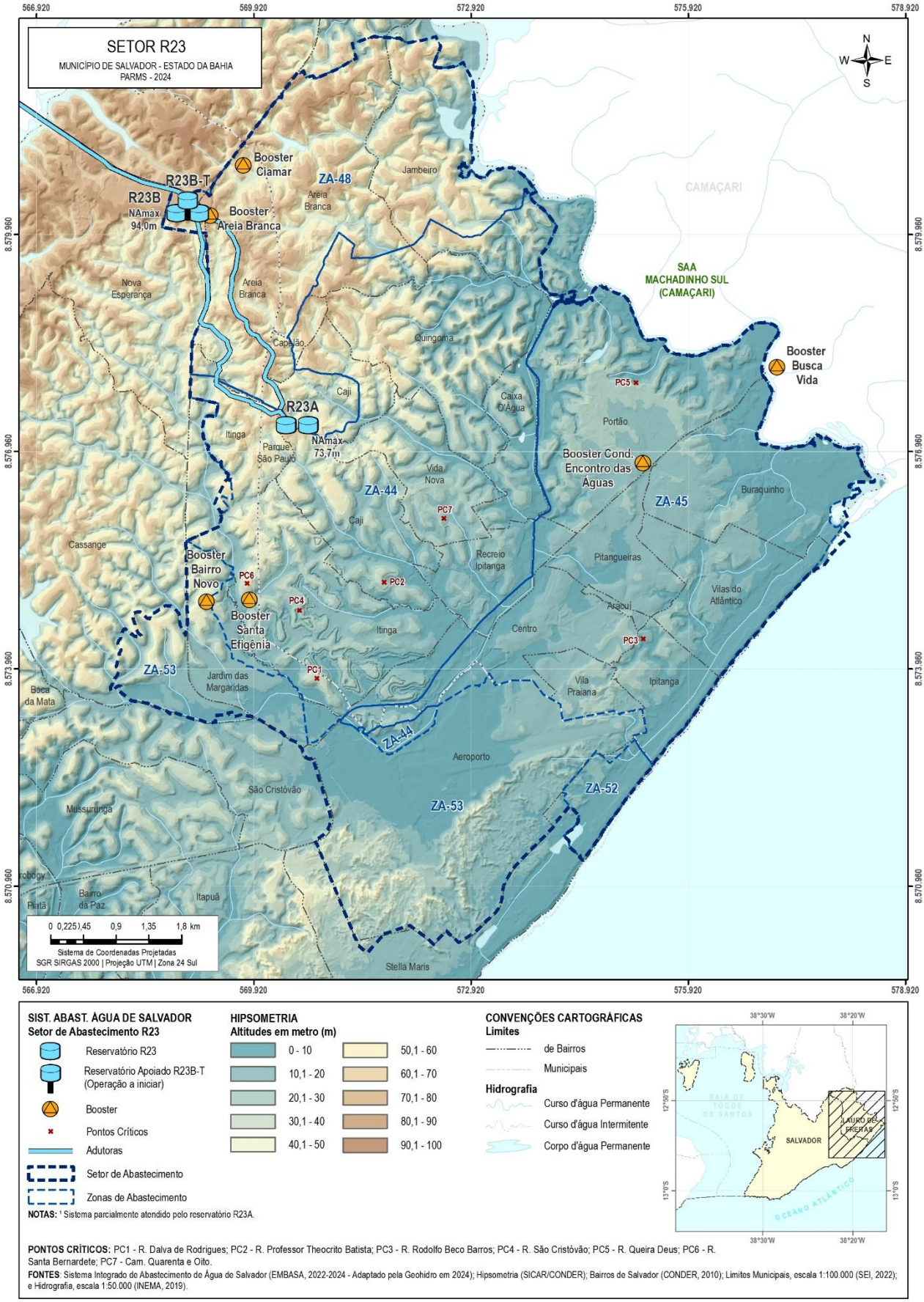


Figura 1.136 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento do Setor R23
Fonte: GEOHIDRO (2024).

Cabe ressaltar que a configuração atual do Setor R23, incorpora em parte a concepção do Setor decorrente de proposições formuladas pelo PARMS 2016 e pelo projeto da Embasa, elaborado pela UFC Engenharia e concluído em 2012.

As propostas de intervenção previstas pelo PARMS 2016 estão resumidas, a seguir:

- Implantação de uma nova câmara de reservação apoiada de 8.700 m, no Parque de Reservação existente (R23A), em 2020;
- Implantação de um novo Parque de Reservação (R23B) com duas câmaras apoiadas de 8.700 m³, sendo a primeira câmara em 2020 e a segunda em 2025;
- Implantação de um reservatório elevado de 500 m³ em 2020 (R23B-T);
- Implantação de uma EEAT para o R23BT e respectiva linha de recalque;
- Expansão da área de atendimento, incorporando a ZA 48, ZA 79, ZEM (Zona de Exploração Mineral), ZPR (Zona Predominantemente Residencial).

A grande variação topográfica da área condicionou a concepção de zonas altimétricas para equacionar o abastecimento. O **Quadro 1.42** relaciona os subsetores e as zonas altimétricas propostas no PARMS 2016.

Quadro 1.42 - Proposta de Zoneamento do PARMS 2016 para o Setor R23

Reservatório	Zona altimétrica	Zona de abastecimento proposta	Descrição da zona de abastecimento
R23A	Zona Baixa (cotas inferiores a 45 m)	ZA 44 (60,3%)	Aeroporto, Caji, Itinga, Jd. do Castelão, Jd. Caixa d'Água, Jd. dos Pássaros, Jd. Margaridas e Vila Inglesa
		ZA 45 (100%)	Araqui, Buraquinho, Ipitanga, Jockey Clube, Lot. Miragem, Pitangueiras, Portão, Vila Praiana, Vilas do Atlântico, Jd. Aeroporto e Bela Vista
R23B	Zona Média (cotas entre 45 e 65 m)	ZPR (56,9%)	Zona Predominantemente Residencial
		ZA 44 (4,9%)	Aeroporto, Caji, Itinga, Jd. do Castelão, Jd. Caixa d'Água, Jd. dos Pássaros, Jd. Margaridas e Vila Inglesa
R23BT	Zona Alta (cotas entre 65 m e 91 m)	ZA 44 (34,8%)	Quingoma e parte das localidades: Caji, Itinga, Jd. do Castelão, Jd. Caixa d' Água, Jd. dos Pássaros, Jd. Margaridas, Vila Inglesa e Cassange
		ZA 48 (100%)	Areia Branca, Capelão, CIA Mar e Jambeiro
		ZA 79 (100%)	CEASA e Barro Duro
		ZPR (43%)	Zona Predominantemente Residencial (parte de Cassange)
		ZEM	Zona de Exploração Mineral (parte de Cassange)

Fonte: PARMS, SIHS (2016).

A ampliação dos Parques de Reservação A e B foram executadas, no entanto a setorização altimétrica proposta não foi concretizada. Como é possível observar as ZA 48 e 79 ainda não foram incluídas na área de influência dos reservatórios do Setor R23 e continuam abastecidas diretamente por derivação da adutora principal (**Figura 1.135**). Deve-se ressaltar que, apesar da expansão no volume de reservação, a área original de abrangência não foi alterada, uma vez que as ZA 52 e 53 foram desmembradas das ZA 45 e 44, respectivamente, em função dos limites político-administrativos dos municípios de Salvador e Lauro de Freitas.

De acordo com o Diagnóstico Operacional do Sistema de Distribuição de Água do Parque de Reservação R23 (NG Infra, 2023f), verificou-se para as ZA 44 e 48 elevadas divergências em termos de pressão que resultam

em baixas pressões em algumas áreas e elevadas pressões em outras, sendo destacada a pequena presença de válvulas redutoras de pressão nessas áreas.

No que concerne às propostas para a região do Bairro Cassange, inserido na área de abrangência do Setor R23, importante destacar o "Plano Urbanístico e Ambiental e Projetos Específicos para o Vetor Ipitanga" que foi elaborado no ano de 2013 pelo Consórcio HYDROS Engenharia e Planejamento S/A e FFA Arquitetura LTDA. O principal objetivo do plano é proteger os mananciais de Ipitanga, as áreas destinadas como Preservação Permanente (APP) das represas Ipitanga I e II, por meio de regras de uso e ocupação do solo e dotar a região com infraestrutura urbana adequada, sobretudo no que concerne ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.

As intervenções estruturais previstas para o abastecimento de água dessa região foram definidas no Projeto Básico de Ampliação do Setor de Abastecimento do Reservatório R23 elaborado pela UFC Engenharia em 2012, acima mencionado, que já foi implantado pela Embasa, e no Projeto de Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água do Vetor Ipitanga, desenvolvido pelo consórcio Hydros/FFA, cujo objetivo principal era o projeto das redes de distribuição secundárias responsáveis pela distribuição de água à população não atendida pelo sistema da Embasa. No entanto, as obras para implantação da infraestrutura de abastecimento de água do Vetor Ipitanga estão condicionadas à implantação do SES. Ressalta-se ainda, que existe uma ação do Ministério Público condicionando a implantação de rede de água e ligações para a localidade à implantação de solução de esgotamento sanitário, por se tratar de área de proteção ambiental de um manancial estratégico para abastecimento de Salvador (PMSBI, 2023).

O PARMS 2016 efetuou a verificação hidráulica do sistema de distribuição do Setor 23 e propôs o reforço das linhas tronco, inserção de válvulas redutoras de pressão nas LT e expansão da rede de distribuição secundária.

De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 7.722 m de linhas tronco e 10.557 m de rede, além da expansão de 142 ligações domiciliares, nas zonas que compreendem as áreas do município de Salvador. Em Lauro de Freitas, foram executadas 11.916 novas ligações no mesmo período. Em relação à substituição/extensão de linhas tronco e rede, foram executados um total de 8.151 metros de linhas tronco e e 29.463 metros de rede, no período de 2020 a 2023, em todo o município.

A **Figura 1.137** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R23, e a **Tabela 1.21** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 642.252 m de rede.

Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

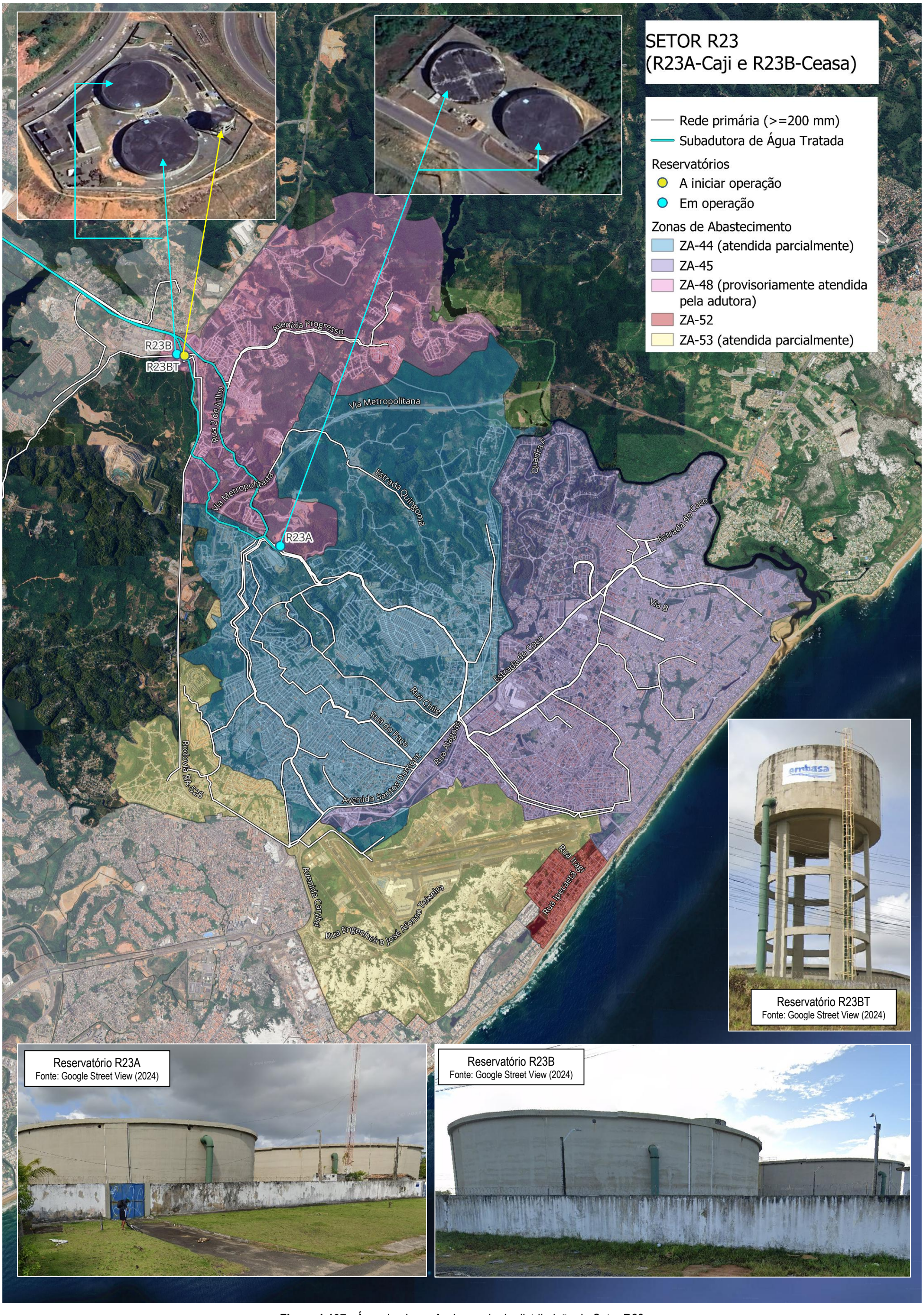


Figura 1.137 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R23
Fonte: GEOHIDRO (2024) Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

Tabela 1.21 - Extensão da rede de distribuição do Setor R23

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)								
	SI	CI AMIANTO[1]	FºFº	PEAD	PVC	PVC de FºFº	PVC PBA	PVC VINILFER	Total
44	5.993,35	62,89	44.439,03	46.810,03	122.277,89	11.029,42	-	2.236,93	232.849,54
45	3.195,09	65,82	30.848,03	9.031,92	191.038,90	11.929,95	5,98	4.850,67	250.966,35
48	381,92	-	16.157,64	4.421,68	37.110,67	7.884,02	-	-	65.955,94
52	-	-	-	2.711,03	10.594,80	290,13	43,99	-	13.639,95
53	731,37	2.155,33	8.279,79	7.831,55	50.463,50	5.812,72	-	3.565,90	78.840,16
Setor R23	**10.301,73**	**2.284,04**	**99.724,48**	**70.806,21**	**411.485,76**	**36.946,24**	**49,97**	**10.653,51**	**642.251,95**
% Rede	**1,60%**	**0,36%**	**15,53%**	**11,02%**	**64,07%**	**5,75%**	**0,01%**	**1,66%**	**100,00%**

Nota: [1] De acordo com a equipe técnica da Embasa (2024), a rede em cimento amianto foi substituída.

Fonte: Embasa (2024).

1.7.2 Unidade Regional da Federação – UMF

Na Unidade Regional da Federação estão inseridas 15 (quinze) Zonas de Abastecimento, sendo 8 (oito) zonas atendidas integralmente por reservatórios, e outras 7 (sete) que possuem contribuição direta da Subadutora R7-R15, que segundo o PARMS 2016 era estabelecida de forma provisória, porém perdura até o momento.

A área de abrangência da UMF possui 5 (cinco) Parques de Reservação, sendo um desativado (R4), formando então 4 (quatro) setores de abastecimento ativos e uma área atendida por distribuição em marcha. As zonas dependentes do Setor R4 estão sendo supridas por meio da Subadutora R7-R15.

A distribuição das zonas nos setores de abastecimento é apresentada a seguir:

- Setor R3 (Caixa d'Água): ZA 04, 06, 07 e 11 (parte);
- Setor R5 (Garcia): ZA 03;
- Setor R15 (Federação): ZA 01, 02 e 05;
- Setor R19 (Campinas de Brotas): ZA 13 e 14;
- ZA 08, 09, 10, 11 (parte), 12 e 15 - Abastecidas diretamente pela Subadutora R7-R15.

A **Figura 1.138** apresenta o croqui esquemático do abastecimento dos setores e zonas.

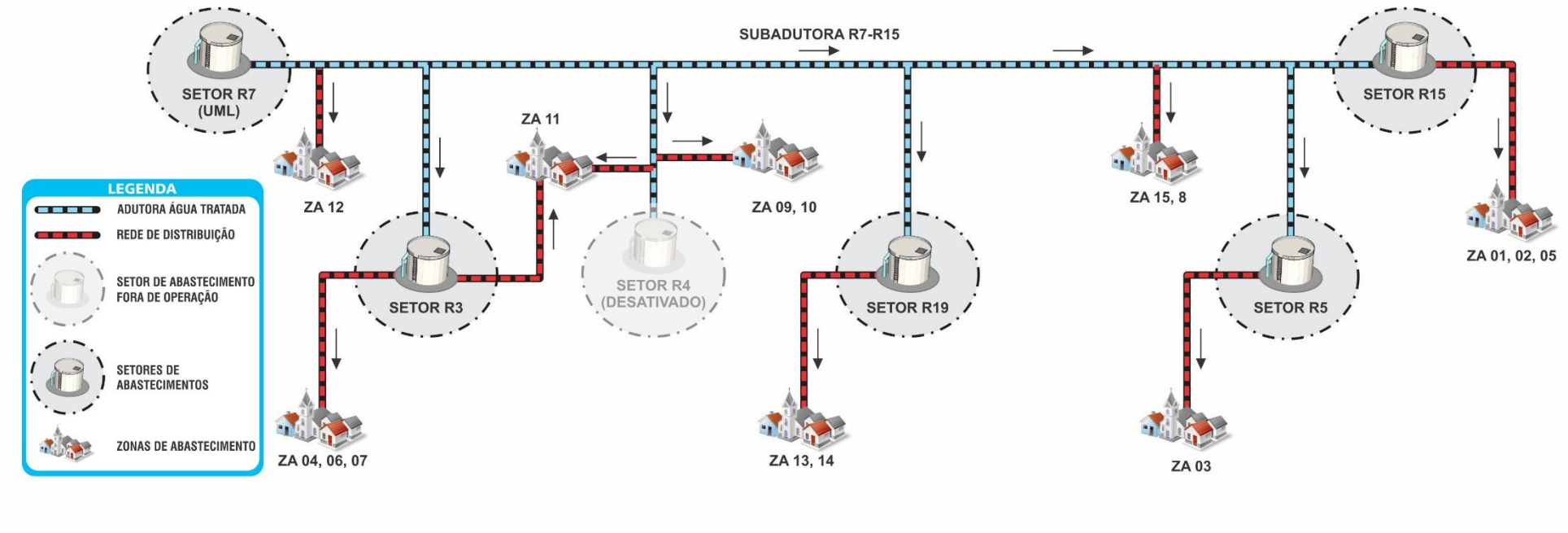


Figura 1.138 - Croqui esquemático da distribuição na Unidade Regional da Federação

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

1.7.2.1 Setor R3 (Caixa D'Água)

O Setor R3 (Caixa d'Água) é atendido pelos reservatórios R3 e R3T, localizados no antigo Parque do Queimado, no bairro da Caixa d´Água, nas coordenadas UTM: 554.819,5 m W e 8.567.657,22 m S. Os reservatórios são alimentados por uma tubulação de aço de DN 700 mm, derivada da subadutora R7-R15.

O Reservatório R3 é um reservatório apoiado com capacidade de 10.000 m³. Esse reservatório atende integralmente a ZA 04 e, parcialmente a ZA 11, abrangendo os seguintes bairros:

- **ZA 04**: Comércio (parte) e Calçada (parte);
- **ZA 11 (parte)**: Caixa d'Água (parte), Baixa de Quintas (parte) e Barbalho (parte). Vale destacar que essa zona tem sua maior parte atendida pela subadutora R7-R15 (aproximadamente 80% da vazão da ZA).

O Reservatório R3T é um reservatório elevado com capacidade de 700 m³, e atende as Zonas de Abastecimento 06 e 07, englobando os seguintes bairros:

- **ZA 06**: Caixa d´Água (parte), Barbalho (parte), Macaúbas (parte), Saúde (parte) e Nazaré (parte);
- **ZA 07**: Liberdade (parte), Pero Vaz (parte), Lapinha, Caixa d'Água (parte), Pau Miúdo (parte), Cidade Nova (parte), Baixa de Quintas (parte), Barbalho (parte), e Santo Antônio (parte).

Os níveis de água operacionais do reservatório deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.43**.

Quadro 1.43 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R3

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R3	Caixa D'Água (2 câmaras apoiadas)	UMF (Federação)	71,0	74,0	3,0
R3T	Caixa D'Água	UMF (Federação)	94,1	99,5	5,4

Fonte: Embasa (2023e).

A interligação entre os Reservatórios é feita por uma Estação Elevatória com capacidade de 1.200 m³/h (334 L/s), e possui 4 CMB, com potência de 250 CV cada, operando em regime de 1+3, sendo 1 (um) CMB em operação e 3 (três) CMB reserva. Desses 4 CMB, 2 CMB estão ligados a câmara A e 2 CMB a Câmara B. A **Figura 1.139** ilustra a configuração do Setor R3.

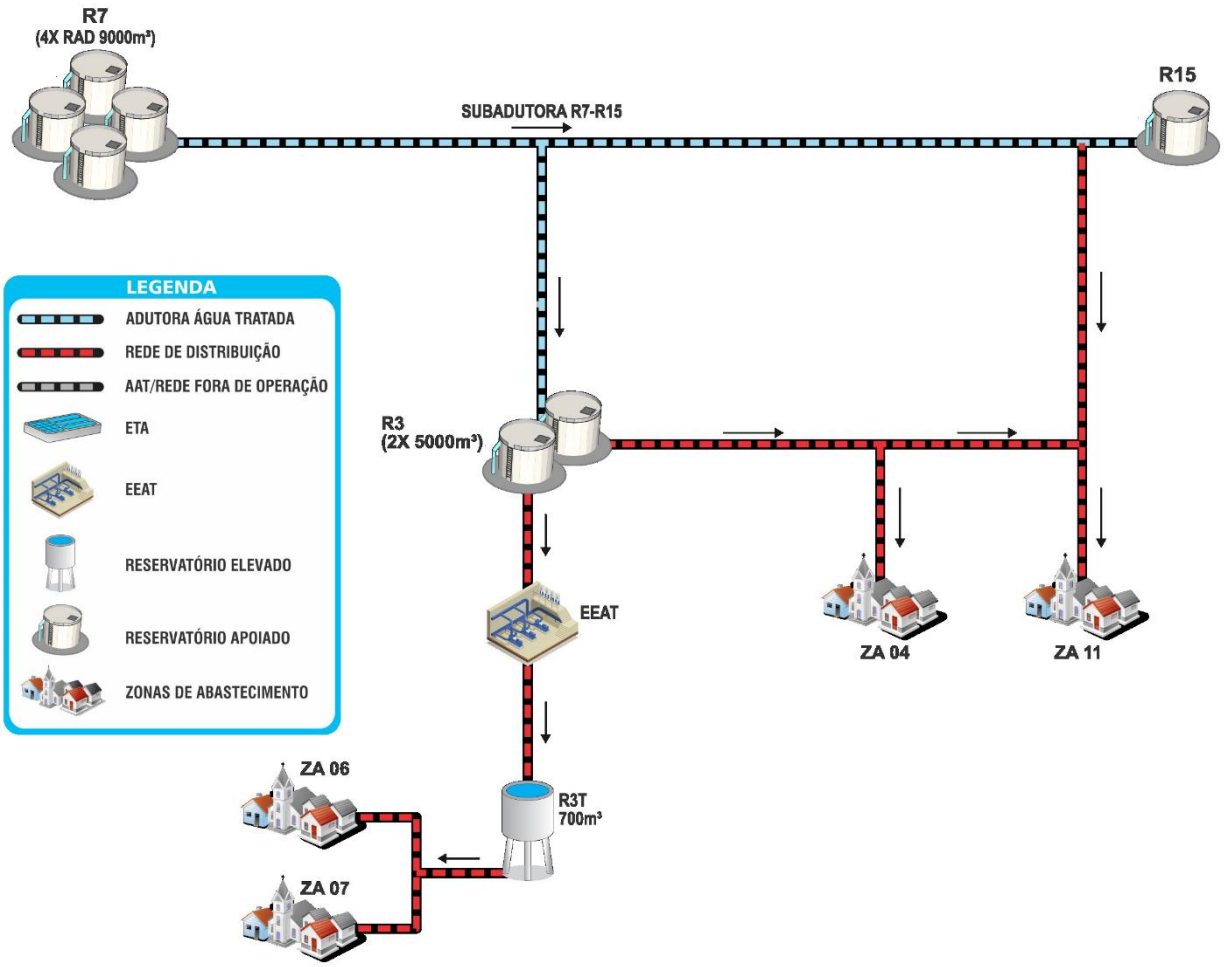


Figura 1.139 – Croqui esquemático do Setor R3
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

A **Figura 1.140** classifica as áreas atendidas pelo setor de acordo com a altitude do terreno. Observa-se que o setor apresenta áreas significativas com pontos altos, com cota acima de 60,0 metros, com exceção da ZA 04 (Comércio e Calçada). A figura ilustra também a localização dos pontos críticos existentes no setor. A Embasa informou a existência de seis pontos críticos em virtude de baixa pressão na rede, ou seja, pontos nos quais a pressão na rede é inferior a 10 mca, sendo dois na ZA 06 e quatro na ZA 07. Como mostra o **Quadro 1.44**, esses pontos estão localizados em cotas entre 55 e 75 m.

Quadro 1.44 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R3

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua do Alvo	Saúde	06	60
PC2	Rua Barão de Macaúbas	Macaúbas	06	55
PC3	Rua 1º de Janeiro	Cidade Nova	07	60
PC4	Rua Marquês de Maricá	Pau Miúdo	07	70
PC5	Rua Arthur Azevedo	Liberdade	07	75
PC6	Largo do Japão	Liberdade	07	70

Fonte: Embasa (2024).

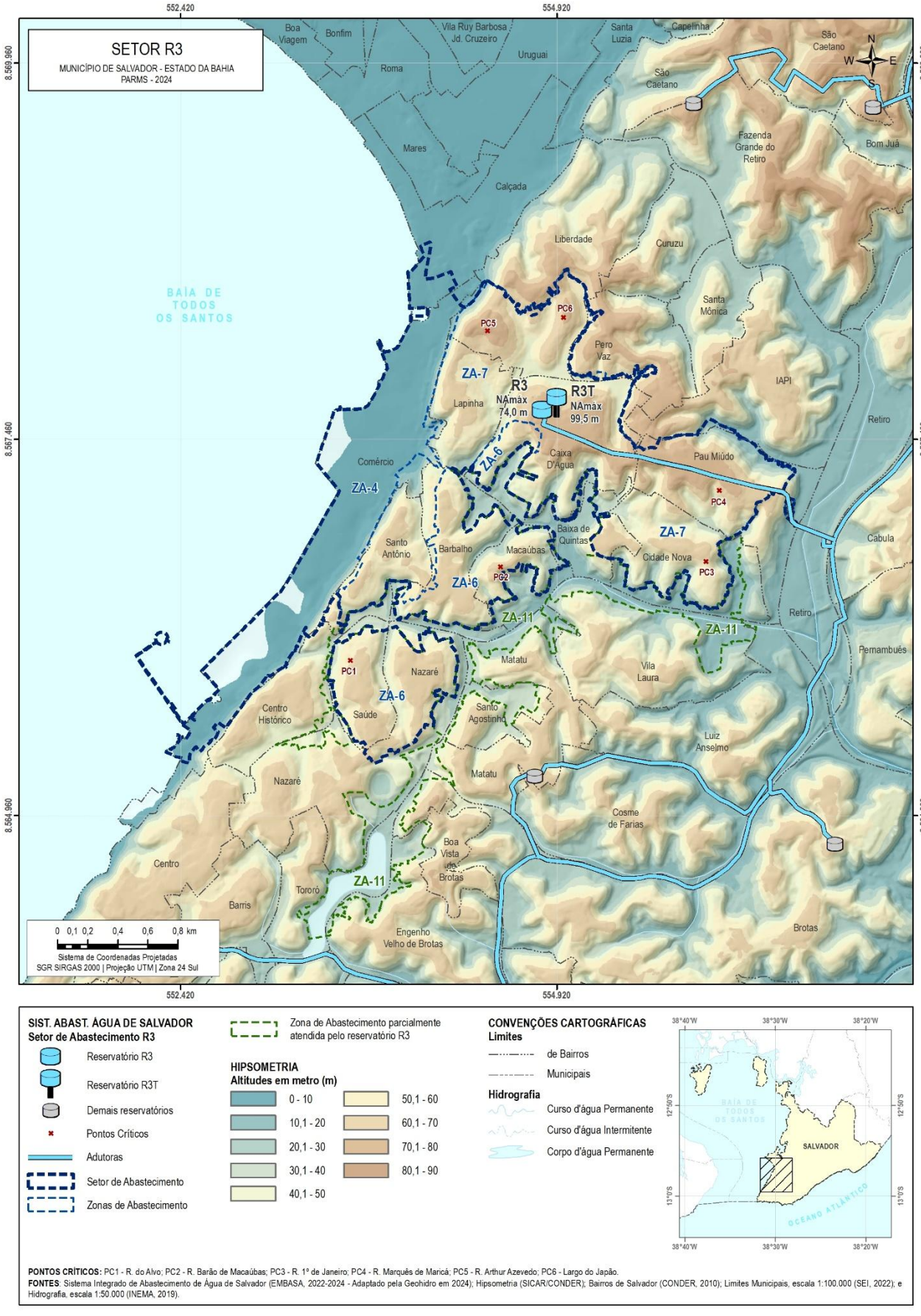


Figura 1.140 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R3
Fonte: GEOHIDRO (2024).

A **Figura 1.141**, por sua vez, mostra a disposição da rede de distribuição nesse setor. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 164 km de rede, composta principalmente por PVC (45%) e FºFº (44%), como mostra a **Tabela 1.22**. Salienta-se que o setor atende uma pequena parte da ZA-11, que não teve sua extensão contabilizada, visto que a delimitação das zonas disponibilizada pela prestadora não faz a subdivisão da área da ZA 11 atendida pelo R3.

Tabela 1.22 - Extensão da rede de distribuição do Setor R3

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)					
	Aço	FºFº	PEAD	PVC	PVC DEFºFº	Total
04		14.409,58	795,73	6.868,17		22.073,48
06		16.499,27	1.716,33	8.148,06		26.363,66
07	1.991,26	27.624,20	9.748,86	45.186,53	85,48	84.636,33
Setor R3	**1.991,26**	**58.533,05**	**12.260,92**	**60.202,76**	**85,48**	**133.073,47**
%Rede	**1,50%**	**43,99%**	**9,21%**	**45,24%**	**0,06%**	**-**

Nota: Não foi obtida a extensão da rede da ZA 11 atendida pelo R3.

Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

Os estudos realizados no PARMS 2016 demonstram que, do ponto de vista altimétrico, a ZA 12, hoje atendida diretamente pela subadutora R7-R15, tem condições de ser abastecida por meio do Parque de Reservação do Setor R3. Esta ZA 12 está posicionada a sudeste e adjacente à ZA 07. O **Quadro 1.45** apresenta a setorização proposta no PARMS 2016.

Quadro 1.45 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R3

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R3	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
	ZA 12	Cidade Nova, Pau Miúdo (parte), Av. Barros Reis, Caixa D'Água (parte)
R3T	ZA 06	Nazaré (parte), Barbalho, Lot. Joana D'Arc, Saúde e Macaúbas
	ZA 07	Liberdade (parte), Pau Miúdo (parte), Caixa D'Água (parte), Lapinha e Santo Antônio (parte)

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).



Figura 1.141 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R3
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

No que concerne à avaliação da capacidade de reservação do Setor R3, o PARMS 2016 verificou que o volume total de reservação era suficiente para as zonas atendidas, correspondendo a 26,4% da demanda máxima diária do setor em 2015 (início de plano) e 24,4% em 2040 (final de plano). Vale destacar que se considera desejável manter-se um volume de reservação entre 1/4 (25%) e 1/3 (≈ 33%) do Volume Máximo Diário (VMD) correspondente à Demanda Máxima Diária (DMD) do Setor.

No entanto, considerando a proposta de inclusão da ZA 12 nesse setor, tem-se o volume de reservação correspondendo a menos de 25% da demanda máxima diária, logo, o PARMS 2016 propôs a implantação de um volume adicional de 2.800 m³ (2 câmaras de 1.400 m³) nesse setor.

Na análise de demandas e capacidade hidráulica do sistema de reservação o PMSBI de Salvador (2023), obteve resultado satisfatório para o setor R3, sendo que o volume de reservação ficou entre 30,5 e 33,3% do VMD no período de 2022 a 2042. Contudo, nessa análise considerou-se apenas as zonas atualmente abastecidas.

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, inserção de duas válvulas redutoras de pressão nas linhas tronco, e ampliação de ligações domiciliares. De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 1.559 m de linhas tronco e 10.486 m de rede no Setor, além da expansão de 2.033 ligações domiciliares.

A avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

1.7.2.2 Setor R5 (Garcia)

O Setor R5 (Garcia) possui dois reservatórios: o R5, reservatório apoiado com capacidade de 3.000 m³, sendo duas câmaras circulares de 1.500 m³ cada; e o R5T, reservatório elevado de 500 m³; localizados nas coordenadas UTM: 552.376,49 m W e 8.563.936,22 m S.

O Setor R5 originalmente era formado por zonas alta e baixa, tendo como interface entre estas áreas a cota de 30 m. Durante algum tempo, o reservatório apoiado R5 atendia à rede da zona baixa, condição esta que foi gradativamente sendo reduzida espacialmente devido à expansão da ocupação urbana do setor (inclusive pela impossibilidade de ampliação do Parque R5 em face da indisponibilidade de área no seu entorno). Assim, houve um gradual aumento na dificuldade de ampliação da capacidade operacional da rede distribuidora da referida zona baixa. Tais condições determinaram a desativação do atendimento da citada rede pelo reservatório baixo R5 e a sua substituição pelo reservatório apoiado do Setor R15 – Federação. Dessa forma ocorreu a expansão do Setor R15 e consequentemente a diminuição do Setor R5.

O Parque de Reservação R5 é alimentado por uma derivação da Subadutora R7-R15. Essa derivação se estende pela Av. Vasco da Gama, contornando o Dique do Tororó, com diâmetros em série de 700 a 550 mm. Atualmente, o setor atende apenas a **ZA 03**, compreendendo o bairro Dois de Julho, e partes dos bairros: Santo Antônio, Comércio, Centro Histórico, Centro, Nazaré, Tororó, Barris e Garcia.

Vale destacar que a área abrangida pela ZA 03 se encontra bastante saturada no que concerne à ocupação demográfica, com tendência de pouco crescimento populacional. Essa zona é abastecida pelo reservatório elevado R5T. De acordo com a equipe técnica da Embasa (2024), com a implementação da Eficientização Energética, o reservatório apoiado deixou de ser utilizado como poço de sucção, visto que a carga hidráulica à montante dos CMB passou a ser aproveitada, aliada à instalação de inversores de frequência. Assim, as câmaras apoiadas do R5, que necessitam de uma recuperação estrutural/impermeabilização, encontram-se desativadas, e o reservatório elevado é atendido por um by-pass.

Foi informado ainda pela equipe da Embasa (2024), a possibilidade de as câmaras apoiadas serem aproveitadas para abastecimento da ZA 05 e de parte da ZA 11, utilizando-se a descarga de fundo como Linha Tronco. Contudo, cabe destacar que o reservatório apoiado não possuía função apenas de poço de sucção, haja visto que a capacidade de reservação do R5T é baixa (500 m³), as câmaras apoiadas exerciam o papel de reservação, que deveria suprir, no mínimo, 1/5 da demanda máxima diária das ZA 03 (atualmente atendida pelo parque de reservação).

Os níveis de água operacionais dos reservatórios deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.46**.

Quadro 1.46 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R5

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R5	Garcia (2 câmaras apoiadas)	UMF (Federação)	60,9	65,9	5,0
R5T	Garcia	UMF (Federação)	92,2	96,2	4,0

Fonte: Embasa (2023e).

Conforme mostra a **Figura 1.142**, o R5T recebe a água por meio de uma Estação Elevatória que possui 4 CMB, sendo 2 CMB com potência de 150 cv e 2 CMB de 250 cv, operando no regime 1+3. Em períodos de maior consumo, o sistema opera no regime 2+2. De acordo com a equipe da gerência operacional da UMF, todos os conjuntos possuem inversor de frequência.

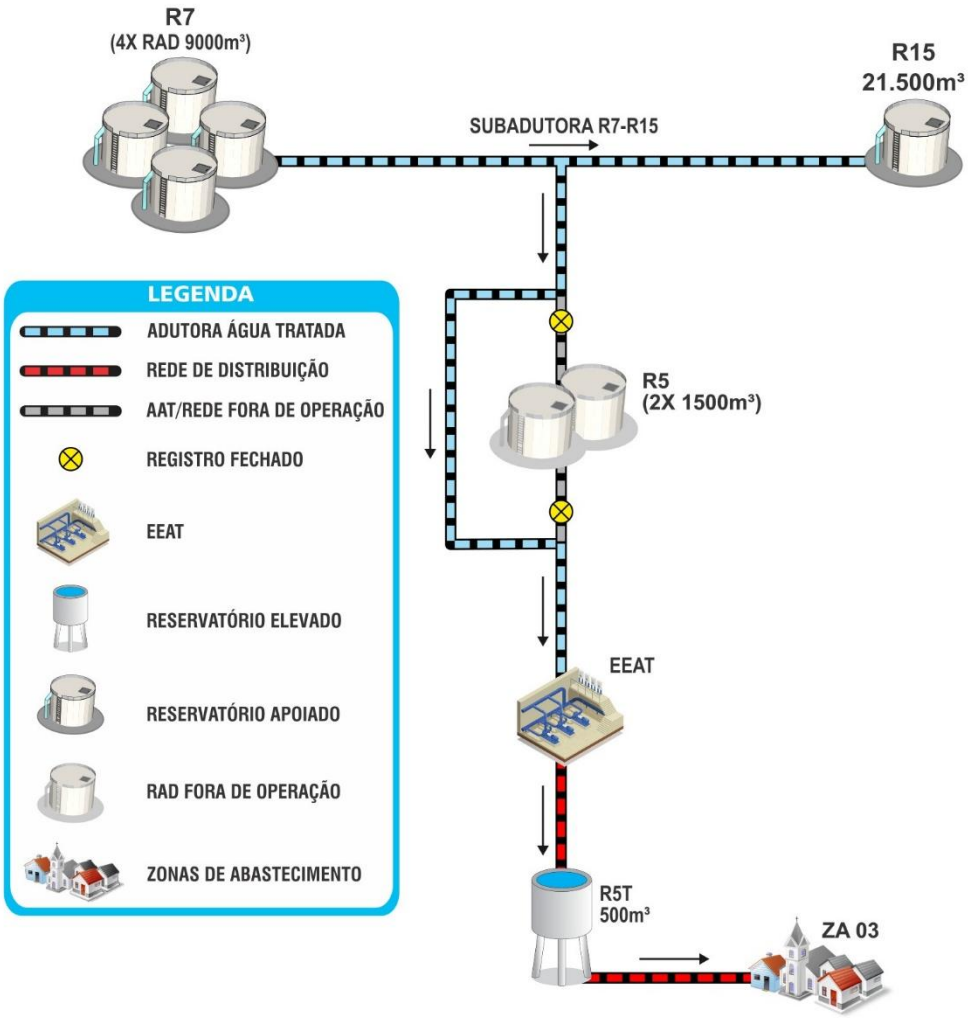


Figura 1.142 - Croqui esquemático do Setor R5
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

A **Figura 1.143** mostra a área de abrangência do Setor R5, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Observa-se a predominância de pontos entre 50,0 e 70,0 m. Na ZA 03 existe um ponto crítico, em virtude de baixa pressão na rede. Como mostra o **Quadro 1.47**, esse ponto está localizado na cota 65. Cabe destacar que os pontos críticos informados pela Embasa são aqueles pendentes ou em execução. Outro ponto crítico apontado pela Embasa com intervenções executadas nesse setor está localizado no Terreiro de Jesus (Centro Histórico).

Quadro 1.47 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R5

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua Pedro Américo	Nazaré	03	65

Fonte: Embasa (2024).

A **Tabela 1.23** apresenta a extensão das redes de distribuição por material na ZA 03. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 67 km de rede, sendo 74% do material FºFº.

Tabela 1.23 - Extensão da rede de distribuição do Setor R5

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)			
	FºFº	PEAD	PVC	Total
03	49.206,16	3.603,45	13.783,81	66.593,42
Setor R5	**49.206,16**	**3.603,45**	**13.783,81**	**66.593,42**
%Rede	73,9%	5,4%	20,7%	100%

Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

No que concerne à avaliação da capacidade de reservação do Setor R5, o PARMS 2016 verificou que o volume total de reservação era correspondente a 15,4% da demanda máxima diária do setor em 2015 (início de plano) e 14,3% em 2040 (final de plano), considerando também a reservação das câmaras apoiadas. Portanto, o PARMS 2016 identificou a necessidade imediata de um reforço de, pelo menos, 2.650 m³ na reservação. Contudo, como mencionado, inexiste espaço para ampliação física da reservação do Setor R5. A alternativa que se considerou mais factível foi compartilhar uma parcela da reservação existente do Setor R15 com o Setor R5, mediante interligação existente da ZA 02 (R15) para a ZA 03 (R5). Conforme a equipe da gerência operacional da UMF, existe essa alternativa, mas não está sendo utilizada atualmente.

O **Quadro 1.48** apresenta a setorização proposta no PARMS 2016.

Quadro 1.48 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R5

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R5T	ZA 05	Garcia (parte), Tororó, Nazaré (parte), Centro, Centro Histórico e Barris
	ZA 02 (parte)	Áreas do Morro do Gato e Morro do Gavaza

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, inserção de duas válvulas redutoras de pressão, e ampliação de ligações domiciliares. De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 979 m de linhas tronco e 5.327 m de rede no Setor, além da expansão de 746 ligações domiciliares.

A avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.



Figura 1.143 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R5
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.144 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R5
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

1.7.2.3 Setor R15 (Federação)

O Parque de Reservação R15 está localizado no Morro da Favela, no bairro da Federação, nas coordenadas UTM: 553.668,49 m W e 8.563.699,22 m S, sendo composto por duas câmaras, uma apoiada (R15) com capacidade de 21.500 m³, e outra elevada (R15T), com volume de 1.000 m³.

O Parque de Reservação é alimentado pela Subadutora R7 – R15, que inicia com DN 1.600 mm, reduzindo para DN 1.200 mm, e chegando ao reservatório R15 com DN 900 m.

Esse setor atende integralmente as ZA 01, 02 e 05, compreendendo os seguintes bairros:

- **ZA 01**: Ondina (parte), Barra (parte), Graça (parte), Calabar (parte), Federação (parte), Rio Vermelho (parte);
- **ZA 02**: Centro (parte), Garcia (parte), Vitória, Canela, Ondina (parte), Barra (parte), Graça (parte), Alto das Pombas, Calabar, Eng. Velho da Federação (parte), Federação (parte), Rio Vermelho (parte);
- **ZA 05:** Nazaré (parte), Matatu (parte), Brotas (parte), Eng. Velho de Brotas (parte), Acupe (parte), Rio Vermelho (parte), Eng. Velho da Federação (parte), Federação (parte), Garcia, Barris (parte) e Tororó (parte).

Os níveis de água operacionais do reservatório deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.49**.

Quadro 1.49 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R15

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R15	Federação	UMF (Federação)	60,0	69,0	9,0
R15T	Federação	UMF (Federação)	90,0	98,0	8,0

Fonte: Embasa (2023e).

A **Figura 1.145** apresenta a configuração atual desse setor. Atualmente, o R15T está operando à jusante da rede de distribuição, armazenando água nos horários de menor consumo e auxiliando na distribuição nos horários de maior consumo. A Estação Elevatória recalca água do reservatório apoiado diretamente para a rede de distribuição da ZA 02. De acordo com a equipe da gerência operacional da UMF (2024), a medida foi adotada para aproveitamento da carga da adutora na sucção dos CMB, visando promover maior eficiência energética. A EEAT dispõe de quatro conjuntos motobomba com inversores, sendo 1 CMB com 300 cv, 2 CMB com 250 cv e 1 CMB com 150 cv. Durante o período de maior consumo, das 9h às 14h, a EEAT opera no regime 2+2, funcionando um CMB de 250 cv e um de 150 cv. Nos demais períodos, a elevatória funciona no regime 1+3, com um conjunto de 250 cv operando.

A **Figura 1.146** mostra a área de abrangência do Setor R15, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Conforme pode ser observado, na ZA 01 predominam áreas com cotas inferiores a 20,0 m, compreendendo as praias da Barra, Ondina e Rio Vermelho. A ZA 02 abrange os pontos mais altos do setor R15. O **Quadro 1.50** e a **Figura 1.146** apresentam a localização dos pontos críticos existentes no setor. Outro ponto crítico informado pela Embasa, mas com intervenções já executadas é a Rua Prof. Aristides Novis (Federação).

Quadro 1.50 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R15

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua Alto da Sereia	Rio Vermelho	01	35
PC2	Rua Djalma Ramos	Graça	01	35
PC3	Rua das Palmeiras	Eng. Velho da Federação	02	55
PC4	Rua Barão de Capanema	Graça	02	65

Fonte: Embasa (2024).

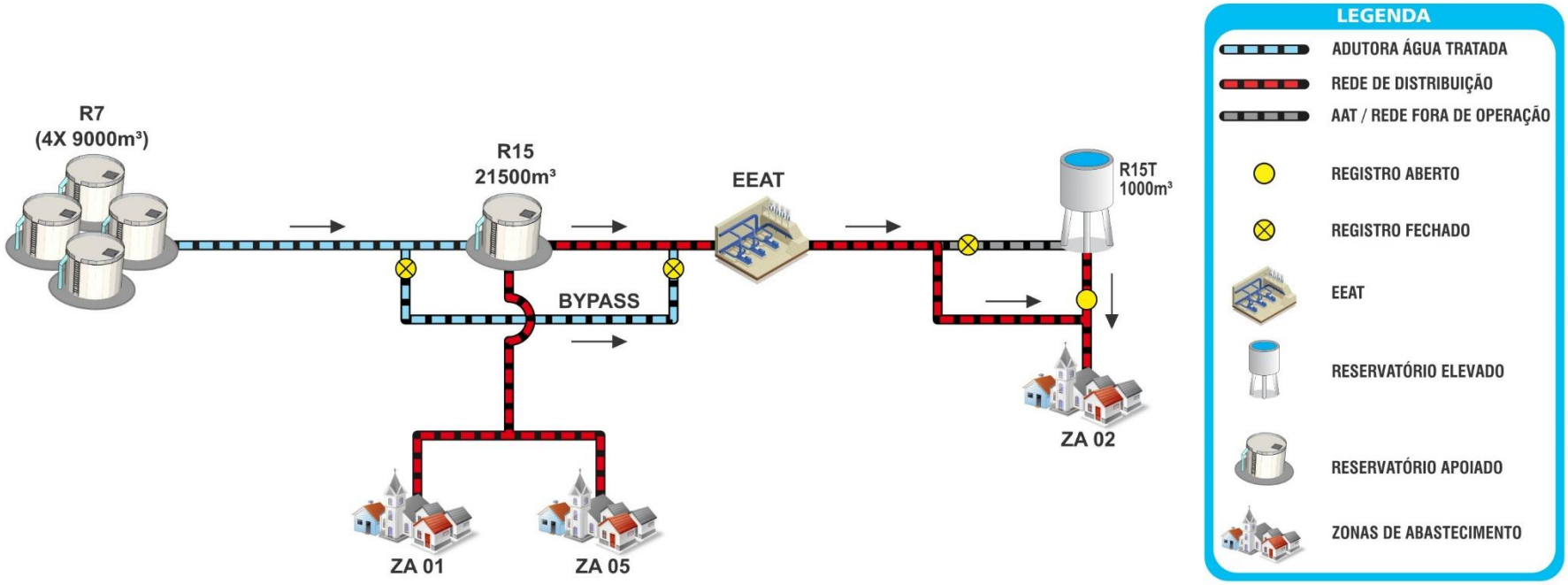


Figura 1.145 - Croqui esquemático do Setor R15
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).



Figura 1.146 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R15
Fonte: GEOHIDRO (2024).

Acerca da rede de distribuição, a **Tabela 1.24** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 212 km de rede, sendo 50% em FºFº e 37% em PVC. Destaca-se que nas ZA 01 e 02 existem trechos em cimento amianto, totalizando 250 m de rede, porém, foi informado pela equipe técnica da Embasa (2024) que toda a rede em cimento amianto já foi substituída.

Tabela 1.24 - Extensão da rede de distribuição do Setor R15

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)					
	CI Amianto [1]	FºFº	PEAD	PVC	PVC Vinilfer	Total
01	4,15	27.798,69	6.111,31	15.494,52	89,60	49.498,27
02	246,02	61.210,31	18.394,06	53.947,78	327,11	134.125,28
05		15.206,77	2.292,51	8.032,64		25.531,92
Setor R15	**250,17**	**104.215,77**	**26.797,88**	**77.474,94**	**416,71**	**209.155,47**
%Rede	**0,1%**	**49,8%**	**12,8%**	**37,0%**	**0,2%**	

Nota: [1] De acordo com a equipe técnica da Embasa (2024), a rede em cimento amianto foi substituída.
Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

A **Figura 1.147** apresenta os reservatórios e a disposição da rede de distribuição primária (DN maior ou igual a 200 mm) existentes no Setor R15.

Vale destacar que na setorização proposta pelo PARMS 2016, o Setor R15 continuaria atendendo as ZA 01, 02 e 05, sendo apenas parte da ZA 02 a ser atendida pelo reservatório elevado, como mostra o **Quadro 1.51**.

Quadro 1.51 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R15

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R15	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
R15T	ZA 02 (parte)	Federação, Rio Vermelho (parte), Jardim Apipema, Graça, Vitória, Canela, Eng. Velho Federação, Eng. Velho Brotas (parte) e Garcia (parte).

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

No que concerne à avaliação da capacidade de reservação do Setor R15, o PARMS 2016 verificou que o volume total de reservação era suficiente para as zonas atendidas, correspondendo a 30,7% da demanda máxima diária do setor em 2015 (início de plano) e 28,9% em 2040 (final de plano), resultando em um volume de reservação entre 1/4 (25%) e 1/3 (≈ 33%) do Volume Máximo Diário (VMD).

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, e ampliação de ligações domiciliares. De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 7.865 m de linhas tronco e 16.041 m de rede no Setor, além da expansão de 1.732 ligações domiciliares.

Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

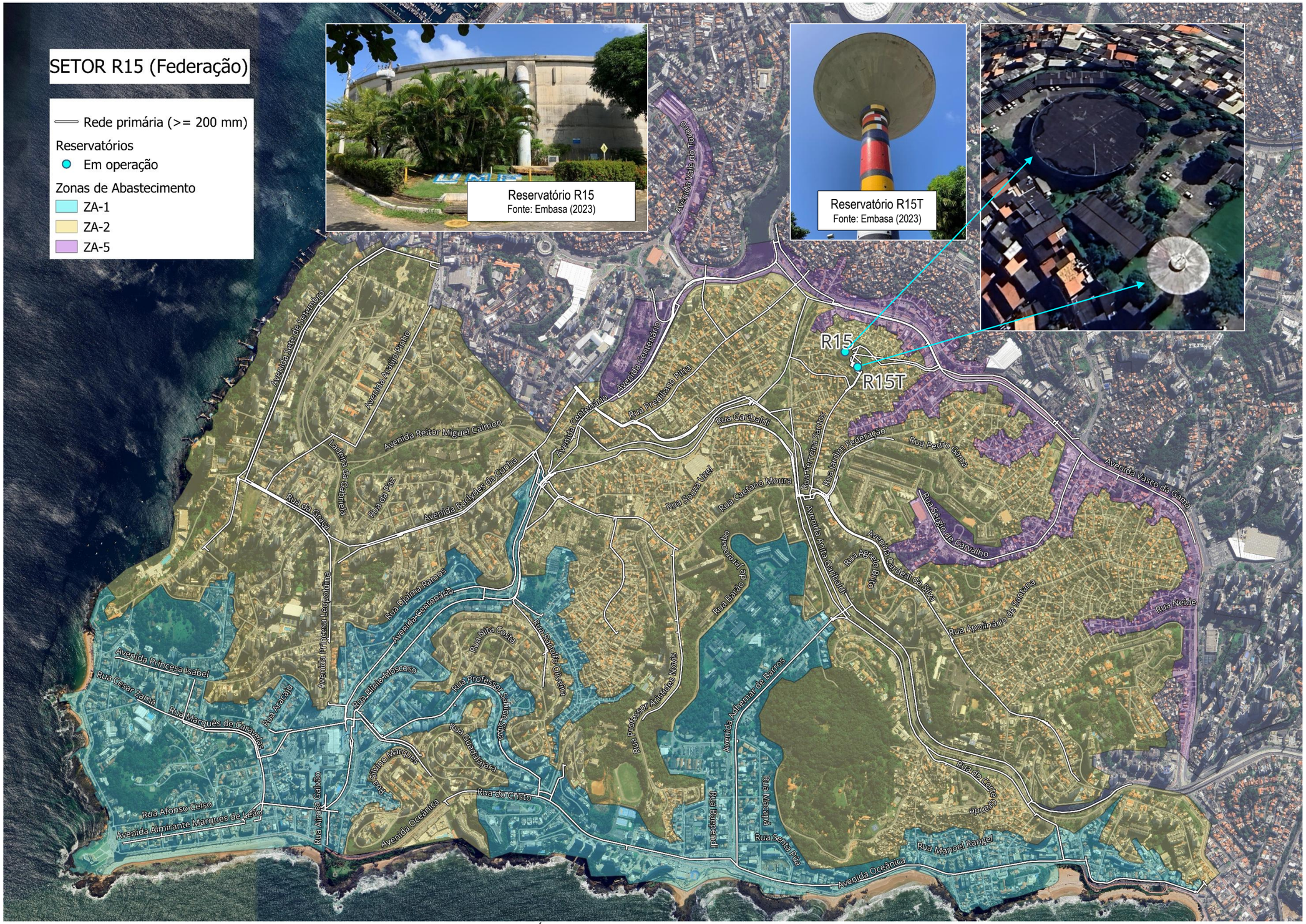


Figura 1.147 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R15
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

1.7.2.4 Setor R19 (Campinas de Brotas)

O Setor R19 (Campinas de Brotas) é composto por dois reservatórios: o R19, reservatório apoiado com duas câmaras com capacidade de 8.700 m³ cada; e o R19T, reservatório elevado de 500 m³; localizados nas coordenadas UTM: 556.766,5 m W e 8.564.769.22 m S. O setor é alimentado por uma derivação de 700 mm da Subadutora que liga o Reservatório R7 ao R15.

À época de elaboração do PARMS 2016, o setor compreendia apenas um reservatório apoiado com uma câmara de 8.700 m³, que atendia apenas a ZA 14. Atualmente, as câmaras apoiadas atendem apenas essa zona, compreendendo os bairros identificados a seguir:

- **ZA 14**: Brotas (parte), Amaralina, Santa Cruz, Chapada do Rio Vermelho, Vale das Pedrinhas, Brotas (parte), Itaigara (parte), Nordeste de Amaralina (parte), Candeal (parte), Pituba (parte) e Rio Vermelho (parte).

O reservatório elevado (R19T) teve sua operação iniciada no presente ano, distribuindo água para a ZA 13, que era atendida diretamente pela Subadutora R7-R15. Os bairros atendidos pelo reservatório são:

- **ZA 13:** Brotas (parte), Horto Florestal (parte), Candeal (parte).

Vale destacar que a maior parte dos bairros Candeal e Horto Florestal estava compreendida na área da ZA-08, no entanto, recentemente foi executada a transferência dessa área para a ZA 13, conforme previsto no projeto existente de Reorganização do Setor R4-R19.

Os níveis de água operacionais dos reservatórios deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.52.**

Quadro 1.52 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R19

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R19	Campinas de Brotas (2 câmaras)	UMF (Federação)	59,0	67,0	8,0
R19T	Campinas de Brotas	UMF (Federação)	80,75	85,25	4,5

Fonte: Embasa (2023e).

O R19T recebe a água por meio de uma Estação Elevatória que possui 3 CMB, com 65 cv de potência cada. Durante o dia, a estação opera no regime 2+1, enquanto no período das 22h às 5h, funciona apenas um conjunto (regime 1+3).

A **Figura 1.148** apresenta a configuração atual do setor R19.

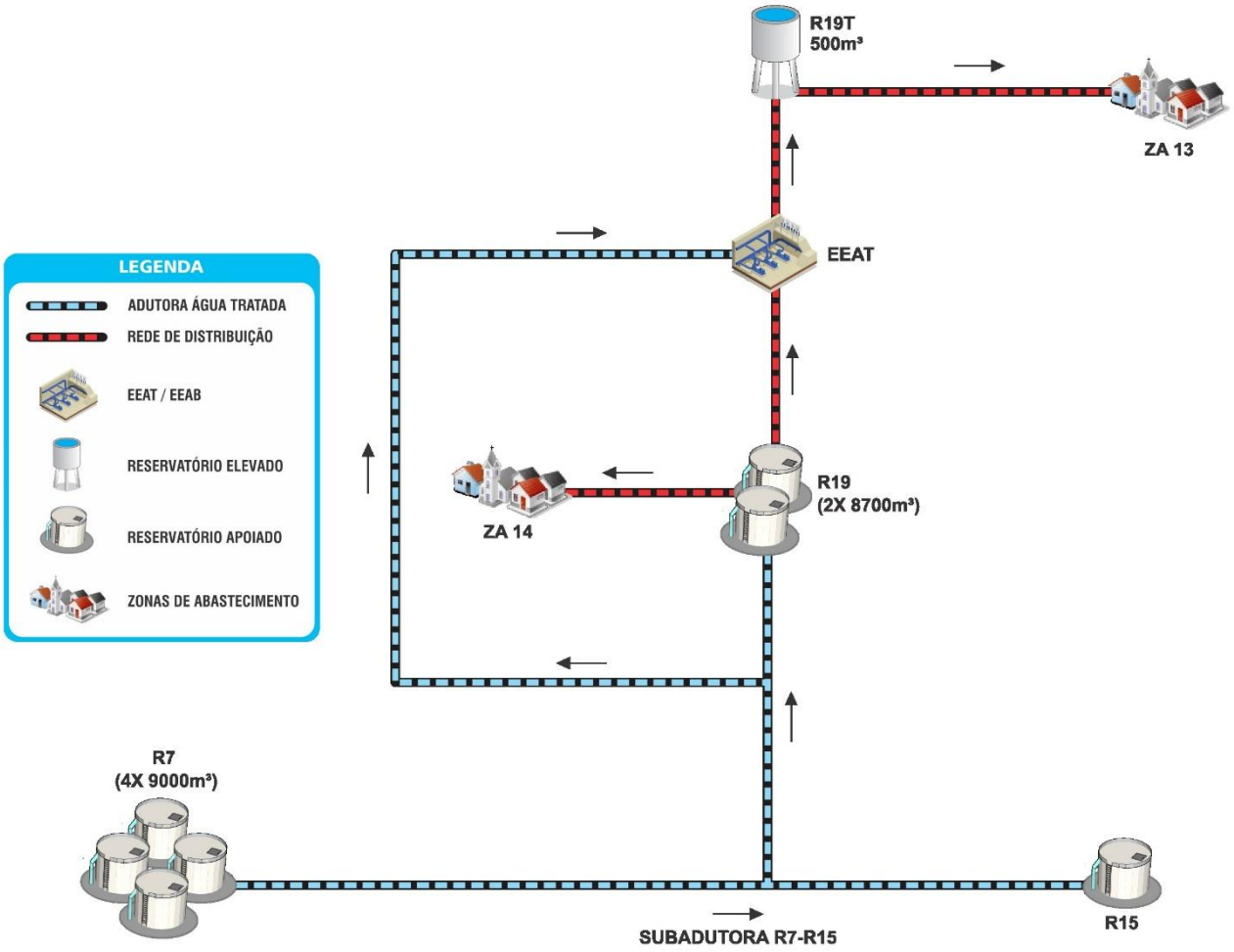


Figura 1.148 - Croqui esquemático do Setor R19
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

A **Figura 1.149** mostra a área de abrangência atual desse setor classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Observa-se a predominância de pontos abaixo de 40,0 m na ZA 14, enquanto a ZA 13 possui áreas altas, com cotas acima de 60,0 m. A figura ilustra também a localização dos pontos críticos existentes no setor, em virtude de baixa pressão na rede, ou seja, pontos nos quais a pressão na rede é inferior a 10 mca. Os pontos críticos são apresentados no **Quadro 1.53**.

Quadro 1.53 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R19

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua José Rocha	Santa Cruz	14	32
PC2	Rua Monte Conselho	Rio Vermelho	14	35

Fonte: Embasa (2024).

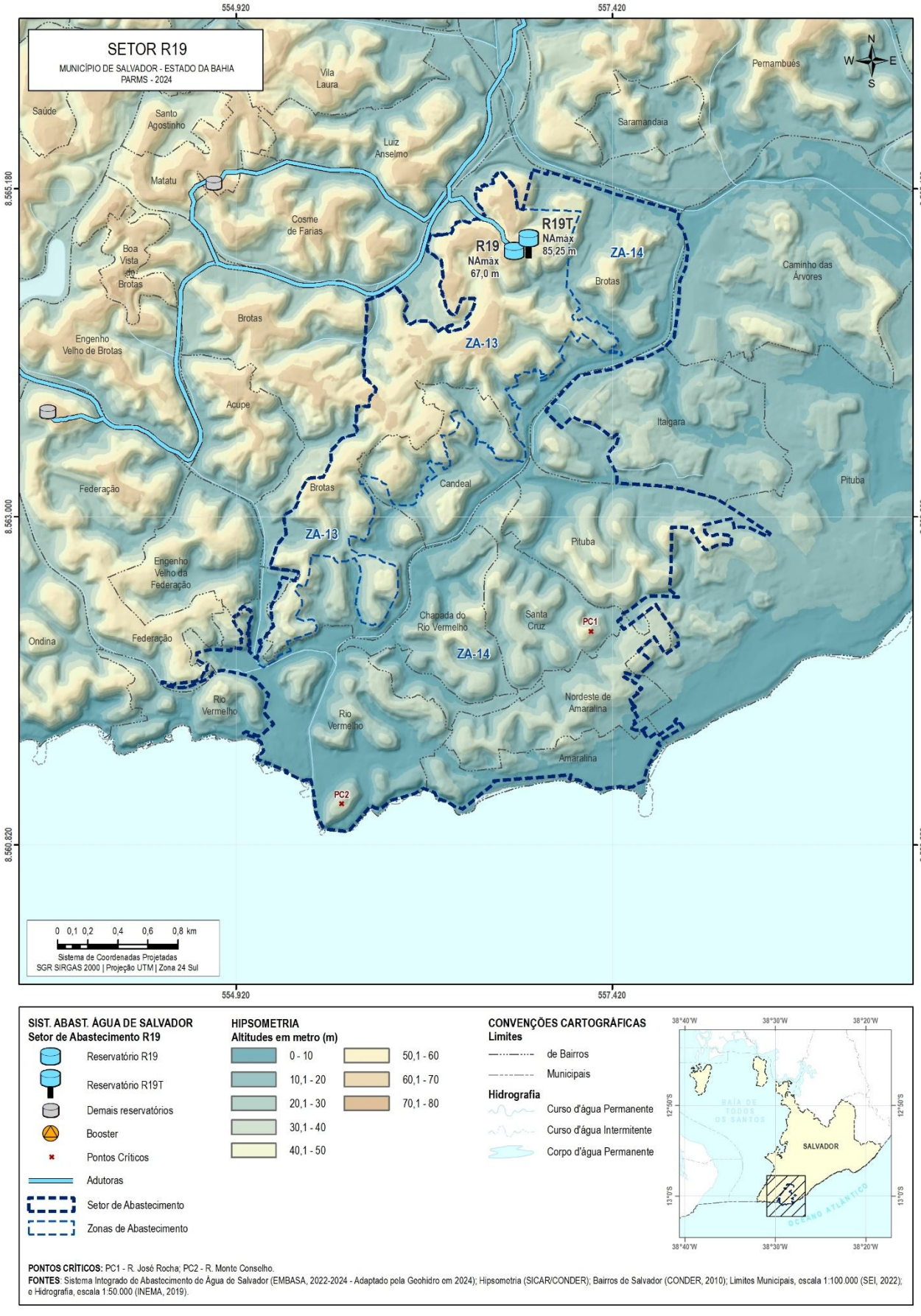


Figura 1.149 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R19
Fonte: GEOHIDRO (2024).

A **Tabela 1.25** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo como cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 149 km de rede, considerando 100% das zonas 13 e 14, sendo 30% em FºFº e 59% em PVC. A disposição da rede de distribuição pode ser observada na **Figura 1.150**.

Tabela 1.25 - Extensão da rede de distribuição do Setor R19

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)						
	Aço	FºFº	PEAD	PVC	PVC DEFºFº	PVC VINILFER	Total
13		3.740,21	846,59	6.468,13			11.054,93
14	909,40	41.606,47	13.614,24	79.115,72	875,48	1.823,09	137.944,39
Total	**909,40**	**45.346,68**	**14.460,83**	**85.583,85**	**875,48**	**1.823,09**	**148.999,32**
%Rede	**0,6%**	**30,4%**	**9,7%**	**57,4%**	**0,6%**	**1,2%**	

Nota: Não foi obtida a extensão da rede da ZA 08 e da ZA 13 atendida apenas pelo R19.
Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

O **Quadro 1.54** apresenta a setorização proposta no PARMS 2016.

Quadro 1.54 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R19

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R19	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.
R19T	ZA 13	Campinas de Brotas

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

No que concerne à avaliação da capacidade de reservação do Setor R19, o PARMS 2016 verificou que o volume total de reservação era correspondente a 20% da demanda máxima diária do setor em início e final de plano (2015 e 2040), sendo considerada a única câmara apoiada existente na época. Portanto, o PARMS 2016 identificou a necessidade imediata de um reforço de, pelo menos, 3.400 m³ na reservação, propondo a implantação de uma câmara apoiada de 2.900 m³ e um reservatório elevado de 500 m³.

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, inserção de duas válvulas redutoras de pressão nas linhas tronco, e ampliação de ligações domiciliares.

Além da implantação dos reservatórios, de acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 6.634 m de linhas tronco e 12.811 m de rede no Setor, além da expansão de 1.538 ligações domiciliares. A avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.



Figura 1.150 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R19
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

1.7.2.5 Zonas abastecidas pela Subadutora R7-R15 (Setor R4-Pitangueiras)

Na configuração de operação atual (**Figura 1.151)** a Subadutora R7-R15 atende integralmente as ZA 08, 09, 10, 12 e 15, e parte da ZA 11, abrangendo os seguintes bairros:

- **ZA 08:** Brotas (parte), Acupe (parte);
- **ZA 09**: Cosme de Farias, Luiz Anselmo (parte), Matatu (parte);
- **ZA 10**: Luiz Anselmo (parte), Vila Laura (parte), Matatu (parte), Santo Agostinho (parte) e Nazaré (parte);
- **ZA 11 (parte)**: Santo Agostinho (parte), Nazaré (parte), Matatu (parte), Saúde (parte), Centro Histórico (parte), Santo Antônio (parte), Macaúbas (parte), Cidade Nova (parte) e Vila Laura (parte);
- **ZA 12**: Pau Miúdo (parte), Retiro (parte), Cidade Nova (parte) e Luiz Anselmo (parte);
- **ZA 15**: Brotas (parte), Boa Vista de Brotas, Eng. Velho de Brotas (parte), Acupe (parte) e Rio Vermelho (parte).

Na época de elaboração do PARMS 2016, a subadutora atendia integralmente as zonas 08, 09, 10, 12 e 13. A ZA 11 era atendida totalmente pelo Setor R3. Destaca-se que a ZA 15 é uma zona originária da subdivisão da ZA 08 no zoneamento de 2016.

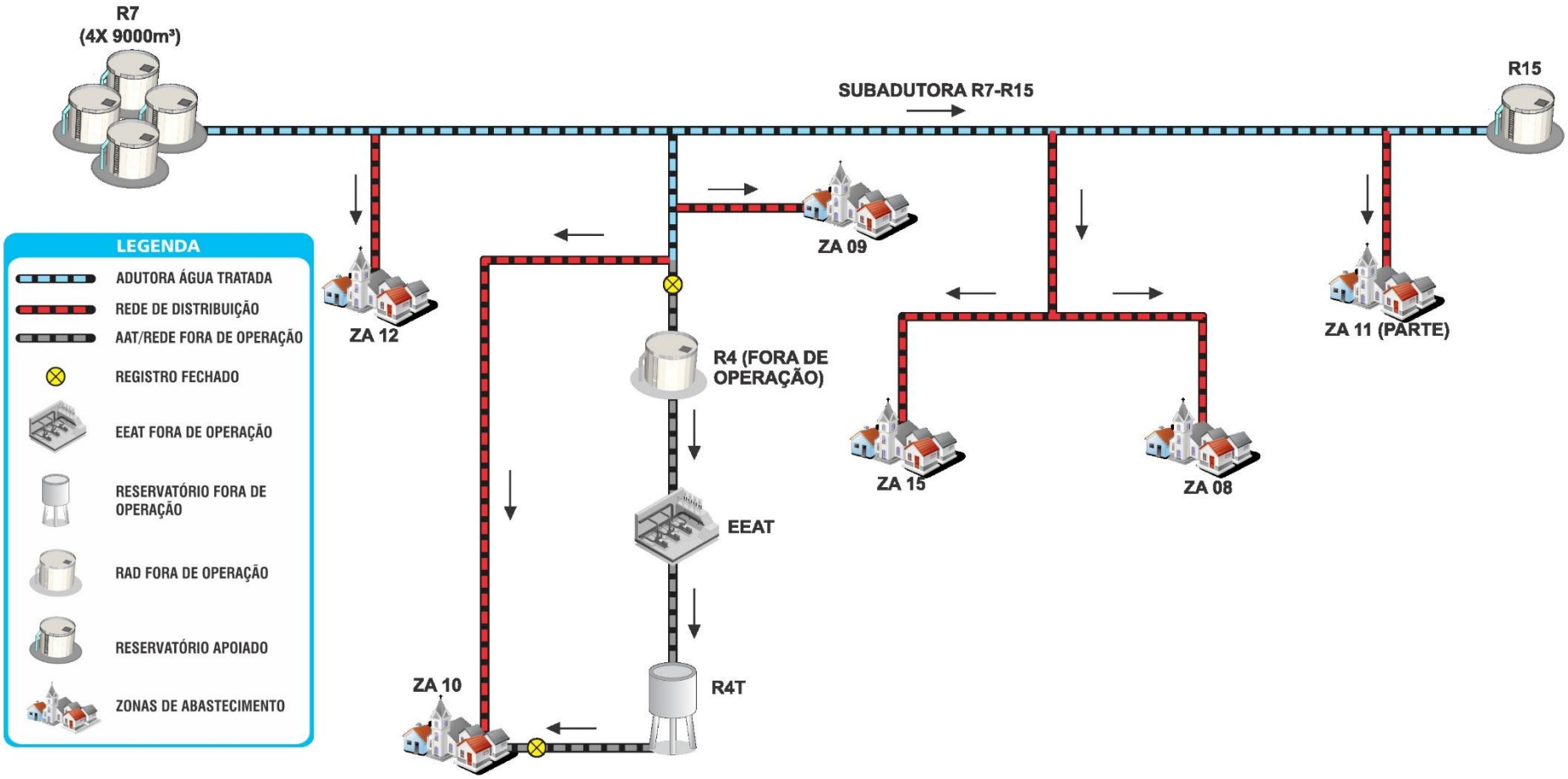


Figura 1.151 - Croqui esquemático das zonas abastecidas pela Subadutora R7-R15

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024)

A **Figura 1.152** mostra a área atualmente atendida pela Subadutora, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Observa-se a predominância de áreas altas com cotas acima de 50,0 m. A figura ilustra também a localização dos pontos críticos existentes no setor, em virtude de baixa pressão na rede, ou seja, pontos nos quais a pressão na rede é inferior a 10 mca. Os pontos críticos são apresentados no **Quadro 1.55**.

Quadro 1.55 - Pontos críticos de distribuição de água das zonas abastecidas diretamente pela Subadutora R7-R15

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Ladeira do Pepino	Eng. Velho de Brotas	15	65
PC2	Rua Heitor Dias	Cosme de Farias	09	60
PC3	Rua Hamilton Lopes	Cosme de Farias	09	60
PC4	Rua Hélio de Oliveira	Luiz Anselmo	10	55
PC5	Rua Madalena Paraguassu	Pau Miúdo	12	60

Fonte: Embasa (2024).

As zonas de abastecimento atualmente alimentadas pela Subadutora R7-R15, com exceção da ZA 11 (parcialmente atendida pela subadutora), pertenciam ao Setor R4 (Pitangueiras), responsável pelo atendimento do bairro de Brotas e adjacências. Sua configuração topográfica é bastante irregular, tendo determinado a concepção inicial de divisão da área em duas zonas de atendimento, baixa e alta, atendidas respectivamente por um reservatório apoiado de 21.000 m³ (R4), e um reservatório elevado de 750 m³ (R4T).

Os níveis de água operacionais dos reservatórios existentes (desativados) podem ser vistos no **Quadro 1.56**.

Quadro 1.56 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R4

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R4	Pitangueiras (2 câmaras)	UMF (Federação)	62,80	66,30	3,50
R4T	Pitangueiras	UMF (Federação)	79,80	83,80	4,00

Fonte: Embasa (2023e).

A adução para o reservatório baixo processava-se por intermédio de uma adutora DN 800, em aço, com origem na E.E. da ETA Vieira de Mello, no Parque da Bolandeira. Ao longo dos anos, a adutora que alimentava o R4 foi deteriorada pela corrosão, o que determinou a sua desativação. Além disso, o reservatório elevado mostrou-se insuficiente para atender expansões do Setor em cotas elevadas em relação ao posicionamento altimétrico do reservatório elevado.

Foi então adotada, em caráter provisório, a seguinte concepção atual de abastecimento do Setor R4: conexão da Subadutora R7-R15 com os barriletes das zonas alta e baixa do Setor, na área do Parque Operacional, por meio de derivação com DN 600, e desativação dos reservatórios e da estação elevatória setorial. Considerando-se que a derivação de DN 600 passou a atender as redes, essa concepção provisória resultou em deficiências de abastecimento na zona alta, agravadas quando os N.A. nas câmaras apoiadas do R7 assumem cotas abaixo de 8,0 m de altura.

A abrangência desse setor e a disposição da rede de distribuição podem ser observadas na **Figura 1.153**.

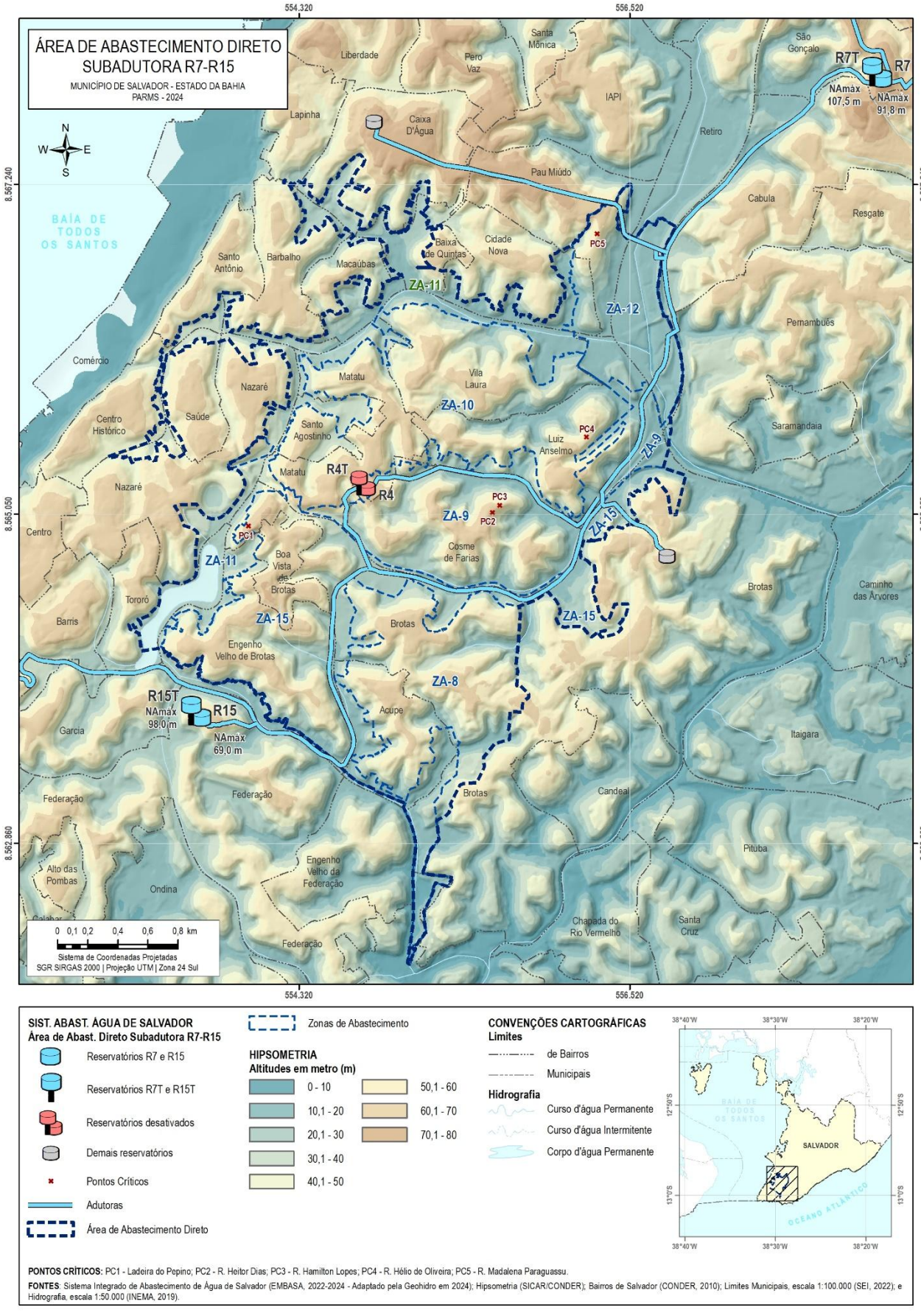
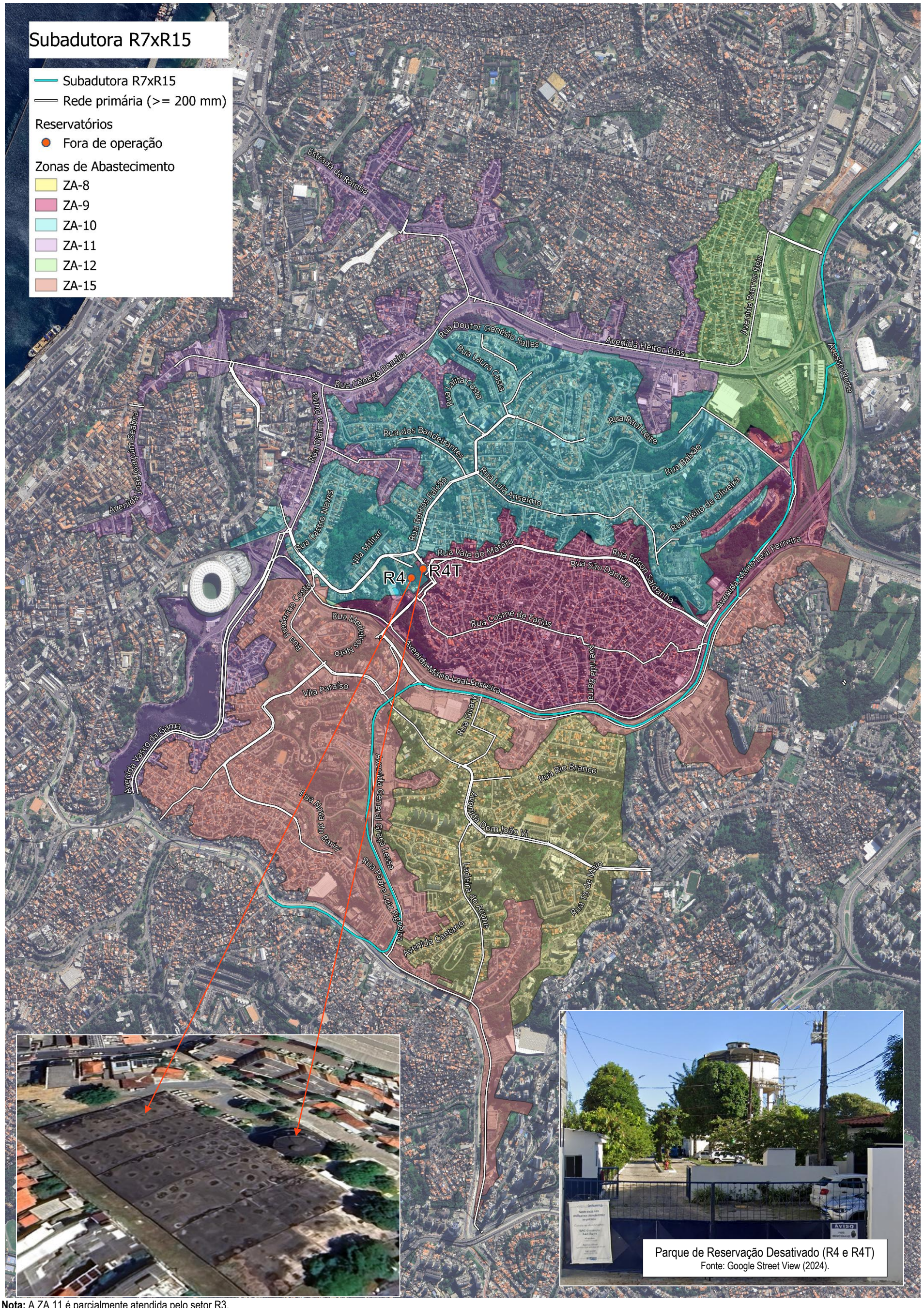


Figura 1.152 - Área de Abastecimento direto pela Subadutora R7-R15
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Nota: A ZA 11 é parcialmente atendida pelo setor R3.

Figura 1.153 - Área de abrangência e Rede de Distribuição da Subadutora R7-R15
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

A **Tabela 1.26** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 241 km de rede, sendo composta principalmente por PVC (48%) e FºFº (44%). Como mencionado anteriormente, a Zona 11 tem parte de sua rede sendo atendida pelo reservatório R3, no entanto, foi contabilizada a extensão total da rede nessa tabela, visto que não foi fornecido pela Embasa a delimitação das áreas da ZA atendidas apenas pela subadutora.

Tabela 1.26 - Extensão da rede de distribuição das zonas atendidas pela subadutora R7-R15

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)				
	Aço	FºFº	PEAD	PVC	Total
08		27.536,49	5.966,20	27.717,41	61.220,10
09		15.153,01	3.321,72	25.720,86	44.195,58
10		18.552,77	3.178,33	18.550,73	40.281,84
11		17.107,44	1.337,64	12.584,74	31.029,81
12	459,57	4.663,44	886,06	3.682,77	9.691,85
15		22.945,56	5.569,93	26.380,31	54.895,80
Total	**459,57**	**105.958,71**	**20.259,88**	**114.636,82**	**241.314,98**
%Rede	**0,19%**	**43,91%**	**8,40%**	**47,51%**	-

Nota: A extensão da rede da ZA-11 contempla a rede atendida pela subadutora e pelo R3.
Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

O PARMS 2016 propôs a recuperação das câmaras existentes no Setor R4, para posterior reativação do setor. Na setorização proposta, que segue o Projeto de Reorganização do Setor R4 (Pitangueiras), elaborado pela Embasa em 2022, considerou-se que o Setor R4 continuaria abastecendo as zonas ZA 08, ZA 09 e ZA 10, e deixaria de abastecer a ZA 12. Conforme visto anteriormente, o PARMS 2016 propôs o atendimento da ZA-12 pelo Parque de Reservação do Setor R3.

Vale destacar que em 2012 foi elaborado o projeto de Reorganização do Setor de Abastecimento de Água R4 - Pitangueiras, com o objetivo de propor melhorias no sistema de abastecimento de água dos bairros envolvidos no Setor R4, e suas respectivas áreas de expansão.

Para essa setorização, o projeto de Reorganização do Setor R4 previu a unificação das zonas baixas das ZA 08 e ZA 09; a implantação de nova linha de adução para o reservatório R4; e a transferência de parte da área da Zona 8 para a Zona 13 (esta última já executada).

O projeto não menciona a Zona 11, visto que essa zona não faz parte de abrangência do Parque de Reservação R4. No que concerne à essa zona, que tem parte atendida pela subadutora, a equipe da gerência operacional da UMF informou que existem estudos internos da Embasa para atendimento da ZA pelo R5. Também foi informado que não há previsão para execução das obras para reativação do Setor R4.

O **Quadro 1.57** apresenta a setorização proposta no PARMS 2016 para o Setor R4.

Quadro 1.57 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R4

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R4	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
R4T	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

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
	ZA 10	Matatu, Vila Laura, Luiz Anselmo, Santo Agostinho (parte), Galés, Bandeirantes

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

Considerando essa setorização, o PARMS 2016 avaliou a capacidade de reservação do setor, que se mostrou satisfatória. O volume de reservação correspondia a mais de 50% das demandas máximas diárias no período de 2015 a 2040.

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, e ampliação de ligações domiciliares.

De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 2.127 m de linhas tronco 6.934 m de rede nas zonas atendidas pela subadutora R7-R15, além da expansão de 3.207 ligações domiciliares.

A avaliação da alternativa de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição nessas zonas serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

Destaca-se que em 2021, a Embasa contratou a Realização de Diagnóstico e Elaboração de Projeto de Otimização Operacional e Redução de Perdas de Água nas Áreas de Influência dos Reservatórios R23 (UMB), R7 (UML) e da Subadutora R7-R15 (UMF). No Diagnóstico Operacional do Sistema de Distribuição da Subadutora R7-R15, foram construídos modelos hidráulicos para representar a condição atual do sistema, e possibilitar a identificação das deficiências e limitações dos setores (EMBASA, 2023g). Dentre as principais deficiências identificadas citam-se:

- A área atendida pela Subadutora apresenta uma condição operacional de forte dependência das demais áreas a montante, atendidas pelo R7;
- Volume de reservação do R7 é insuficiente, que acaba sendo compensado operacionalmente com a manutenção do nível do reservatório o mais elevado possível, gerando elevadas cargas hidráulicas na rede de distribuição. Nessa condição, há menor eficiência energética, visto que não é possível reduzir ou desligar estações elevatórias sob pena de reduzir drasticamente o nível operacional do reservatório;
- Existência de inúmeras alternativas de interligações nas zonas, a maioria delas delimitadas por registros de manobra, o que pode impactar em imprecisões na apropriação do volume ofertado às zonas;
- Insuficiência de dispositivos para controle e redução de pressão;
- Imprecisões nas macromedições;
- Problemas no acesso a caixas de visitas, seja por falhas no cadastro técnico ou por problemas de segurança;
- Monitoramento por telemetria insuficiente.

Com base nas necessidades de melhorias, foi elaborado o Projeto de Otimização Operacional (parte 3 do estudo), contemplando as intervenções propostas para a implantação de Distritos de Medição e Controle (DMC) e gerenciamento das pressões na rede. Dentre as intervenções, tem-se a reorganização dos setores e zonas de abastecimento. No entanto, até a conclusão deste relatório, a GEOHIDRO não teve acesso ao referido documento para conhecimento das intervenções propostas.

1.7.3 Unidade Regional do Cabula – UML

A área administrada pela UML compõe-se de treze Zonas de Abastecimento, com dois Parques de Reservação ativos (R7 e R25), que formam dois Setores de Abastecimento, e um Parque de Reservação inativo (R6). Além dos dois Setores mencionados, há três Zonas de Abastecimento (ZA 20, 21 e parte da 31) atendidas diretamente por derivações da adutora principal, sem controle de reservatórios, caracterizando-se uma prática não recomendável de abastecimento. A área de abrangência da UML está apresentada na **Figura 1.154** adiante e abrange os seguintes Setores e Zonas de Abastecimento:

- Setor R7 (Cabula): ZA 23, 25, 26, 27,29, 30, 31 (parte) e 32;
- Setor R25 (Gomeia): ZA 22, 24 e 28;
- ZA 20 e 21 são atendidas diretamente por derivação da Subadutora que abastece o R25, sendo a ZA 20 alimentada por *booster* a partir da ZA 21;
- ZA 31 é atendida, parcialmente (55%), por derivação da Adutora Principal.

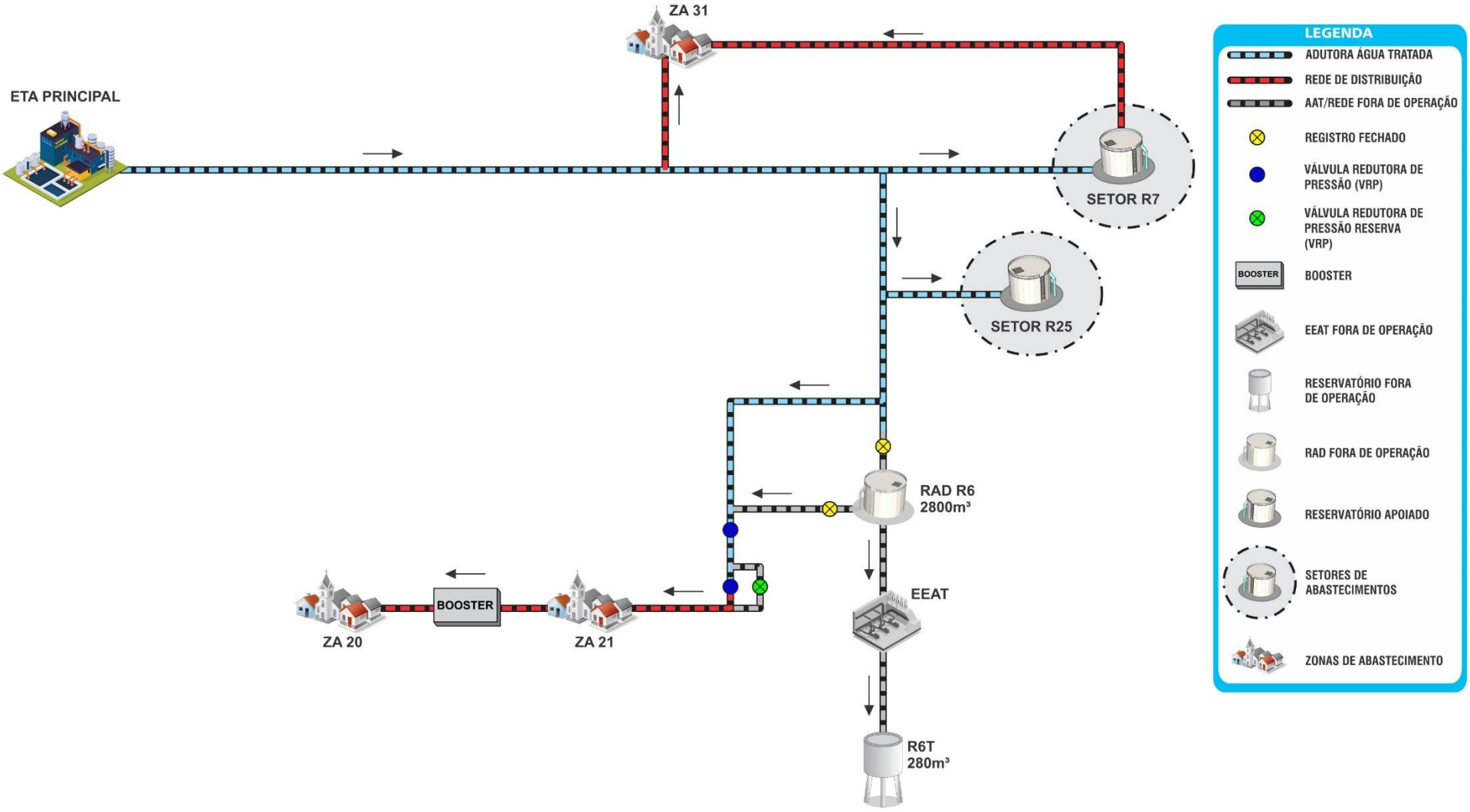


Figura 1.154 - Croqui simplificado da UML
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2022).

1.7.3.1 Setor R7 (Cabula)

Trata-se do maior setor de distribuição do SIAA de Salvador. Seu Parque de Reservação, situado no bairro do Cabula, dispõe de quatro câmaras apoiadas, cada uma com capacidade de 9.000 m³, perfazendo um total de 36.000 m³, concebidas para abastecer a zona baixa do Setor (áreas com cotas inferiores a 50 m) e um reservatório elevado com volume de 500 m³, atendendo áreas com cotas superiores a 50 m, além da correspondente estação elevatória setorial.

Os reservatórios apoiados do Setor R7 são alimentados por meio de duas adutoras, uma chegando da ETA Principal (DN 1.200 FºFº) e outra do Parque da Bolandeira (DN 1500 FºFº). Existem duas outras adutoras com origem no Parque da Bolandeira destinadas ao Parque de Reservação R7, as quais atualmente estão fora de operação.

De acordo com a equipe da gerência operacional da UML, a EEAT, alimentada pelo R7, dispõe de 4 CMB cada um com potência de 250 CV, e opera em regime de 3+1, sendo 3 (três) CMB em operação e 1 (um) CMB reserva.

Os níveis de água operacionais dos reservatórios deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.58**.

Quadro 1.58 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R7

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R7	Cabula (4 câmaras de 9.000 m³)	UML (Cabula)	79,80	91,80	12,00
R7T	Cabula	UML (Cabula)	102,50	107,50	5,00

Fonte: Embasa (2022).

Atualmente, os reservatórios apoiados, além de poço de sucção da EEAT Setorial, cumprem também a função de alimentar a Subadutora R7 – R15. Em seu trajeto, esta adutora possui derivações para atendimento de outros Parques de Reservação (Setores R3, R19, R15 e R5) e redes de distribuição por abastecimento direto com distribuição em marcha (ZA vinculadas à UMF: 8, 9, 10, 12, 15 e parte da 11).

Na situação de operação atual, a maior parte da área de abrangência do Setor R7 é abastecida por bombeamento, onde a EEAT Setorial bombeia a água do R7 para uma estrutura denominada "trapizonga" (torre de equilíbrio), implantada na mesma cota do nível d'água máximo do R7T, e em seguida para a rede de distribuição. Portanto o RED opera como um reservatório de jusante, adquirindo carga hidráulica, após saturação da rede de distribuição. As Zonas de Abastecimento 23, 26, 27, 29 e 32 são atendidas integralmente pela EEAT Setorial; enquanto a ZA 25 (que possui pequena parte abastecida pelo R1) e a ZA 31 (com 55% da sua área de abrangência atendida diretamente pela adutora principal) são parcialmente atendidas pela EEAT. A Zona de Abastecimento (ZA) 30 é a única abastecida diretamente pelo reservatório apoiado R7.

A Embasa destaca que para viabilizar o atendimento de 100% da ZA 25 pela EEAT Setorial é necessário concluir a implantação de 2.500 m (500 m já instalados) de Linha Tronco DN 600 e 500 em série na Rua Tomáz Gonzaga, e respectivas redes auxiliares em PEAD DN 100 - 5km.

De acordo com a equipe operacional da Embasa, a EEAT atende as seguintes Zonas de Abastecimento e respectivas localidades:

- **ZA 23**: Liberdade (parte), Curuzu (parte), Santa Mônica (parte), IAPI (parte) e Pero Vaz (parte);
- **ZA 25** (parte): Cabula (parte), São Gonçalo (parte), Resgate, Pernambués, Saramandaia e Caminho das Árvores (parte);
- **ZA 26**: Cabula (parte), Engomadeira, Beiru/Tancredo Neves (parte), Arenoso (parte), Saboeiro (parte), Narandiba (parte) e CAB (parte);

- **ZA 27**: Barreiras (parte), Beiru/Tancredo Neves (parte) e Engomadeira (parte);
- **ZA 29**: Calabetão (parte), Mata Escura (parte), Arraial do Retiro, Barreiras (parte), Engomadeira (parte), Retiro (parte), São Gonçalo (parte) e Beiru/Tancredo Neves (parte);
- **ZA 31** (parte): Calabetão (parte), Mata Escura (parte), Jardim Santo Inácio;
- **ZA 32**: Mata Escura (parte), Sussuarana, Nova Sussuarana, Novo Horizonte e CAB (parte).

Por sua vez, o reservatório apoiado R7 abastece as seguintes localidades vinculadas à **ZA 30**: Cabula (parte), Saboeiro (parte), Doron, Narandiba (parte), Arenoso (parte) e Cabula VI.

Cabe ressaltar que o R7 também abastece o CAB, que faz parte da ZA 43, vinculada ao Setor R20, pertencente à UMB.

O croqui do Setor R7 está apresentado na **Figura 1.155**, onde é possível observar as formas de alimentação do Parque de Reservação R7 e as Zonas de abastecimento da sua área de abrangência.

Neste Setor há pontos críticos de distribuição em decorrência de baixa pressão na rede, os quais são mostrados no **Quadro 1.59**. Na **Figura 1.156** apresenta-se a área de abrangência do Setor R7, sua altimetria, a delimitação das ZA, reservatórios, adutoras e pontos críticos existentes.

Quadro 1.59 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R7

Ponto Crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota
PC1	Rua Adelino Santos	Curuzu	23	83
PC2	Rua Meireles/Conde de Porto Alegre	IAPI	23	75
PC3	Rua da Central,	Liberdade	23	80
PC4	Rua do Curuzu, parte alta pela Estrada da Liberdade	Curuzu	23	79
PC5	Rua General Savaget	Liberdade/Pero Vaz	23	75
PC6	Rua Tenente Mário Alves	Curuzu	23	76

Fonte: Embasa (2024).

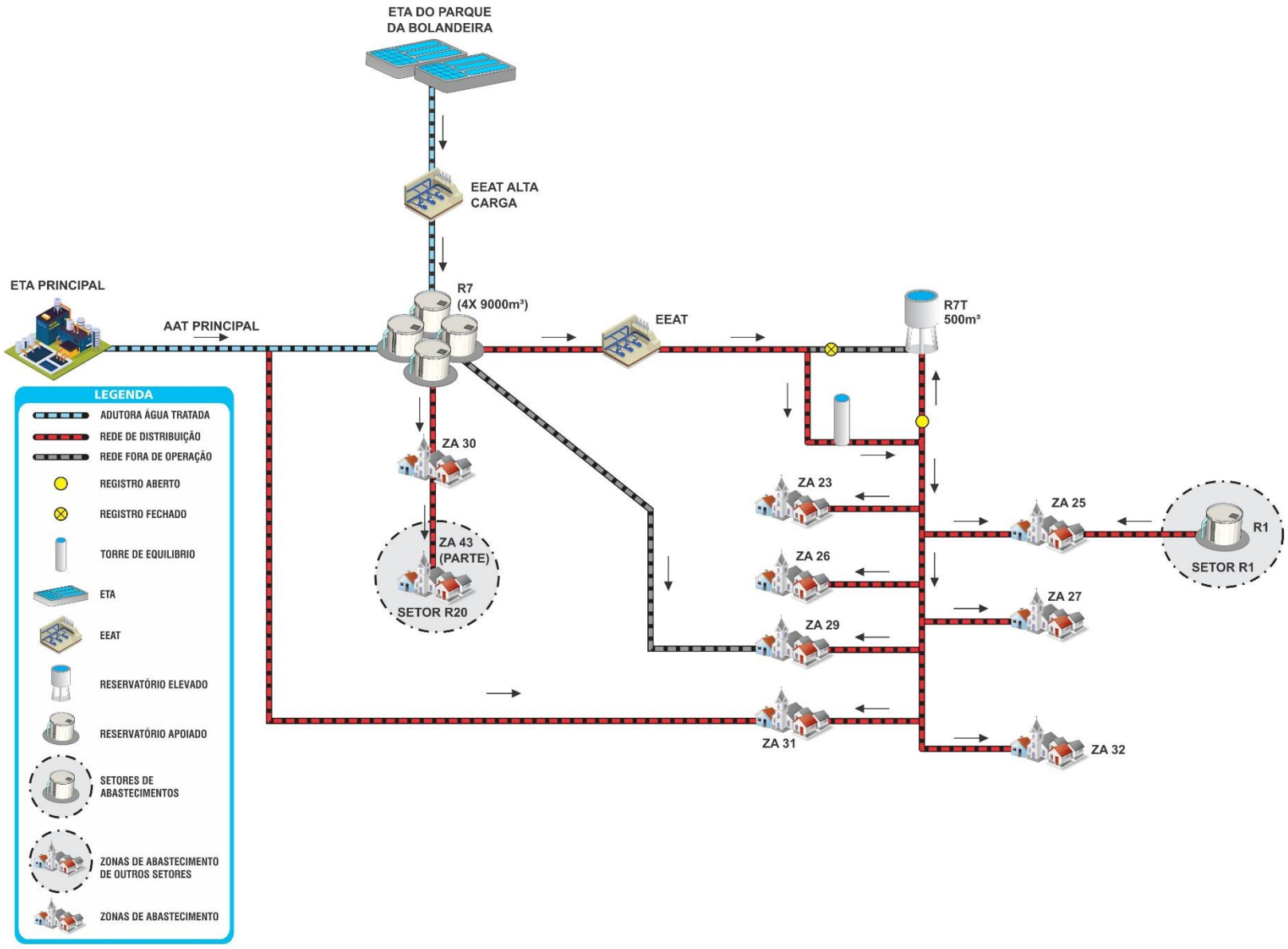


Figura 1.155 - Croqui esquemático do Setor R7
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2022).

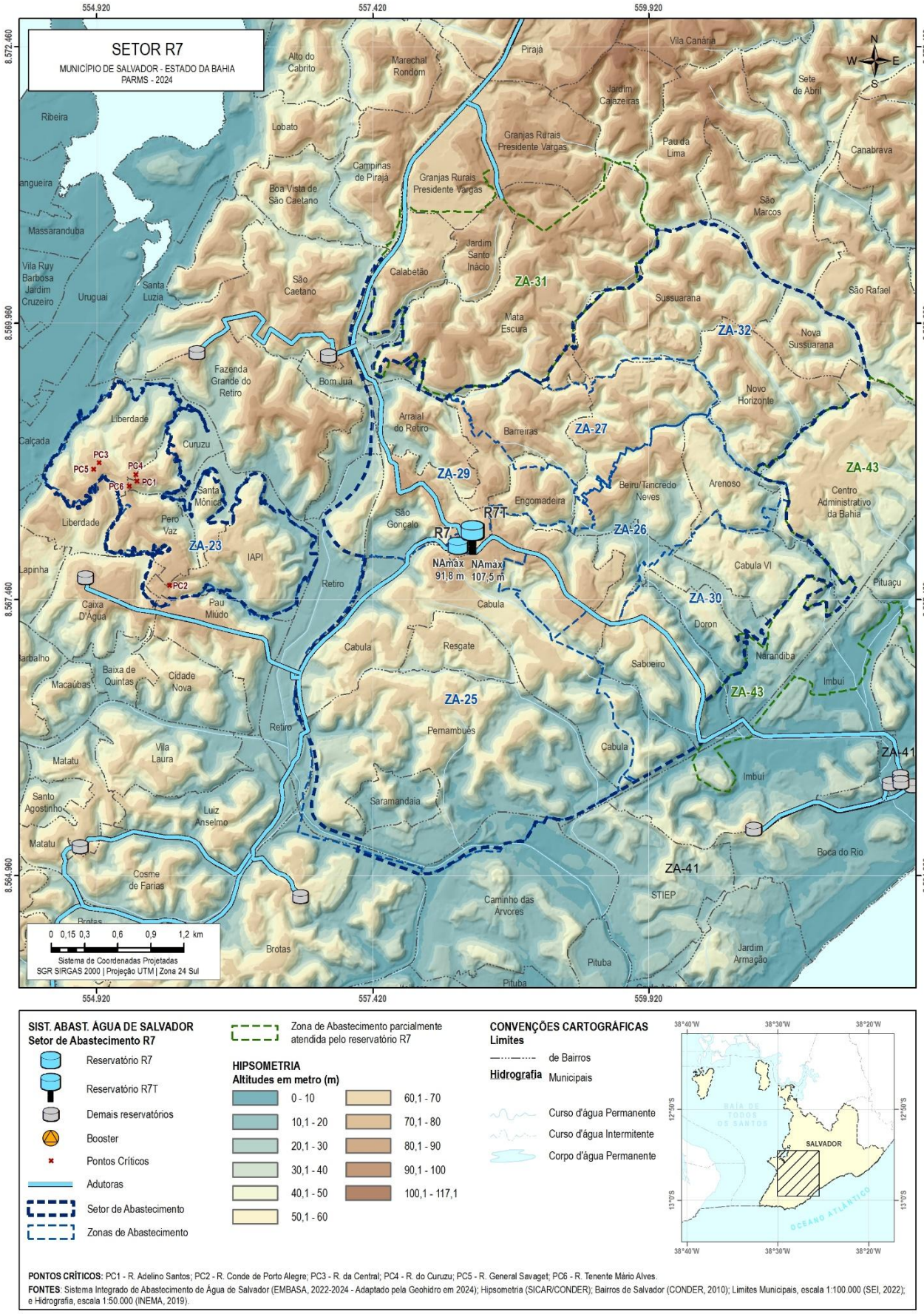


Figura 1.156 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento do Setor R7
Fonte: GEOHIDRO (2024).

No PARMS 2016 previu-se a necessidade de ampliação da reservação do setor R7, com uma nova câmara apoiada de 8.700 m³ para abastecimento das ZA 23, ZA 24, ZA 25, ZA 26, ZA 27 e 4% da ZA 43 (**Quadro 1.60**), bem como efetuou a verificação hidráulica do sistema de distribuição do Setor R7, propondo-se o reforço das linhas tronco com extensão de 8.999 metros, inserção de válvulas redutoras de pressão nas linhas tronco (1 em operação e 1 de reserva) e extensão de 75.443,7 m de rede de distribuição secundária.

Quadro 1.60 - Proposta de zoneamento do PARMS 2016 para o setor R7

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R7	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
	ZA 26 (parte)	Cabula (parte), Narandiba, Saboeiro, Tancredo Neves
R7T	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
	ZA 43 (4%)	Alphaville, CAB, Costa Verde, Jd. Vila Verde, Mussurunga (parte), Narandiba (parte), Orlando Gomes, Paralela, Patamares, Pq. São Cristóvão, São Cristóvão, Trobogi

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

Considerando a configuração atual do Setor, observa-se que novas zonas (ZA 29, ZA 30, ZA 32), desdobramentos de ZA existentes, respectivamente (ZA 25, ZA 26 e ZA 27), mantiveram-se integralmente inseridas no Setor R7, e a ZA 31, originária da ZA 27, passou a ser parcialmente atendida, conforme croqui apresentado na **Figura 1.155**. Já a ZA 24, antes inserida no Setor R7, passou para a área de influência do Setor R25.

De acordo com a equipe da gerência operacional da UML, já está implantada a rede necessária à alimentação da parte baixa da ZA 29 a partir do reservatório apoiado R7, dependendo apenas da instalação do registro da Baixa de Santo Antônio. Foi informado, ainda, que estão em andamento as obras para implantação da rede que viabilizará o atendimento da ZA 25 pelo referido reservatório.

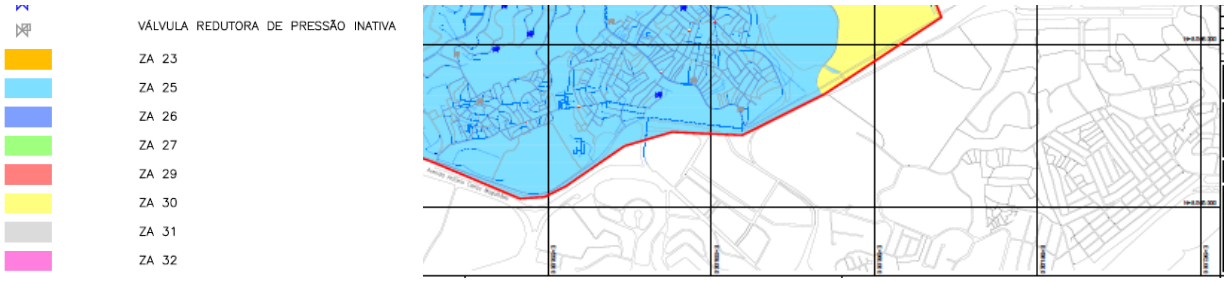


Figura 1.157, ilustra-se a setorização proposta com a reconfiguração dos limites e áreas de abrangência das zonas 26, 27 e 30 e a definição das áreas a serem abastecidas por reservatórios (gravidade) ou por EEAT (pressurizado), com *by-pass* do R7T, mantido como reservatório de compensação.

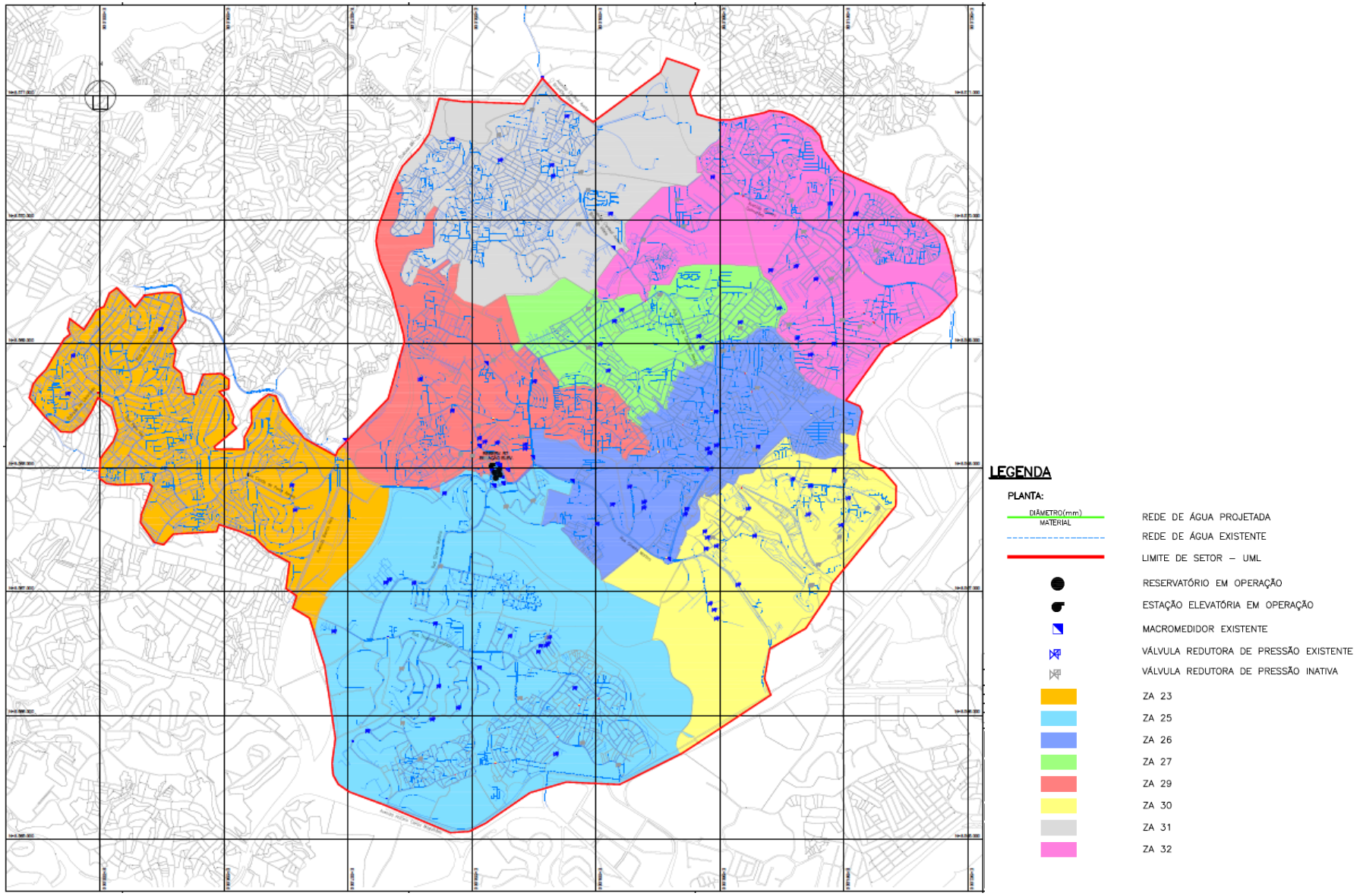


Figura 1.157 - Zoneamento proposto para Setor R7 no Projeto da NG Infra (2023)
Fonte: Adaptado de Embasa (2023d).

De acordo com o Projeto de Otimização do Sistema de Distribuição de Água, foi verificado que as Zonas de Abastecimento do Setor R7 apresentam elevada complexidade operacional, principalmente devido à grande variação de cota topográfica, elevado número de VRP e Placas de Orifícios, além de cadastro técnico de redes com significativas divergências entre as diversas bases, seja em dwg, shp ou mapas de redes em meio físico (EMBASA, 2023h).

Com base na simulação realizada no estudo supramencionado, apesar do grande número de ativos reguladores de pressão, ainda há muitas áreas de pressão elevada, o que sugere a possibilidade destas válvulas estarem mal dimensionadas ou com problemas técnicos. Verificou-se ainda a ocorrência de pressões acima de 50 m.c.a principalmente nas zonas 23, 25, 29 e 30 (EMBASA, 2023i). Tal situação corrobora com informações da Embasa que apontam pontos críticos de distribuição na ZA 23, conforme já apresentado no **Quadro 1.59**. Vale destacar que foi verificado o atendimento da ZA 30 pelo reservatório elevado, todavia, atualmente, essa zona é atendida pelo reservatório apoiado. Com relação às pressões baixas, observou-se pressões inferiores a 10 m.c.a, principalmente nas áreas das zonas 23, 25, 31 e 32 (EMBASA, 2023i).

Importante informar, nesse contexto, a existência do Projeto Executivo de Engenharia para implantação do Setor de Abastecimento de Água R22 contratado pela Embasa e elaborado pela ENGECONSULT (EMBASA, 2021b). O novo Parque de Reservação do R22 será instalado em um terreno localizado às margens da Avenida Aliomar Baleeiro (Estrada Velha do Aeroporto), contemplando 02 reservatórios apoiados com capacidade de 6.750 m³ cada, alimentados diretamente pela subadutora de derivação, e um reservatório elevado com capacidade de 500 m³, alimentado por recalque proveniente das células apoiadas. Os reservatórios apoiados serão responsáveis pela alimentação das zonas localizadas nas cotas mais baixas (ZA 32 e ZA 33), enquanto o reservatório elevado será utilizado para alimentação das zonas altas (ZA 31 e ZA 34), acima da cota topográfica de 80 m.

O referido projeto aumentará a reservação existente para as Zonas de Abastecimento que serão abarcadas pelo novo setor. No **Quadro 1.61**, é apresentada a configuração do Setor R22 e as alterações que irão ocorrer nos demais Setores envolvidos. Observa-se que algumas zonas (ZA 63 e 72), pertencentes à UMJ, terão a sua denominação alterada após a implantação do setor R22, e a ZA 32 deverá incorporar uma pequena parte da ZA 43, representada pela área do CAB. Ressalta-se que a implantação do setor R22, diminuirá a demanda dos Setores R7, R14 e R20. A configuração do Setor R22 é espacializada na **Figura 1.158**.

Quadro 1.61 – Zoneamento proposto para o Setor R22

Zonas propostas para o Setor R22		Descrição da Zona de Abastecimento[1]	Parques de Reservação que abastecem as Zonas	Reservatório proposto
Denominação em 2024	Nova denominação			
ZA 31	ZA 31	Calabetão, Jardim Santo Inácio, Mata Escura (parte).	Sem reservação (Atendido pela adutora principal)	R22T
ZA 32	ZA-32	Mata Escura (parte), Nova Sussuarana, Novo Horizonte, Sussuarana, Av. Gal Costa (parte).	R7	R22
ZA 43 (parte)		Centro Administrativo da Bahia (CAB)	R20	R22
Subdivisão da ZA 63	ZA 33	Canabrava (parte), São Marcos (parte), São Rafael, Vale dos Lagos (parte), Av. Mário Sérgio Pontes de Paiva (parte).	R14	R22
Subdivisão da ZA 72	ZA 34	Granjas Rurais Presidente Vargas, Jardim Cajazeiras, Mata Escura (parte), Pau da Lima, Porto Seco Pirajá, São Marcos (parte), Sete de Abril (parte).	R14	R22T

Nota: [1]Os Bairros Jardim Cajazeiras, Jardim Santo Inácio, Sussuarana, Granjas Rurais, Nova Sussuarana, Pau da Lima, São Rafael e São Marcos estão 100% inseridos na área de influência do Setor R22.

Fonte: Adaptado de Embasa (2021b).

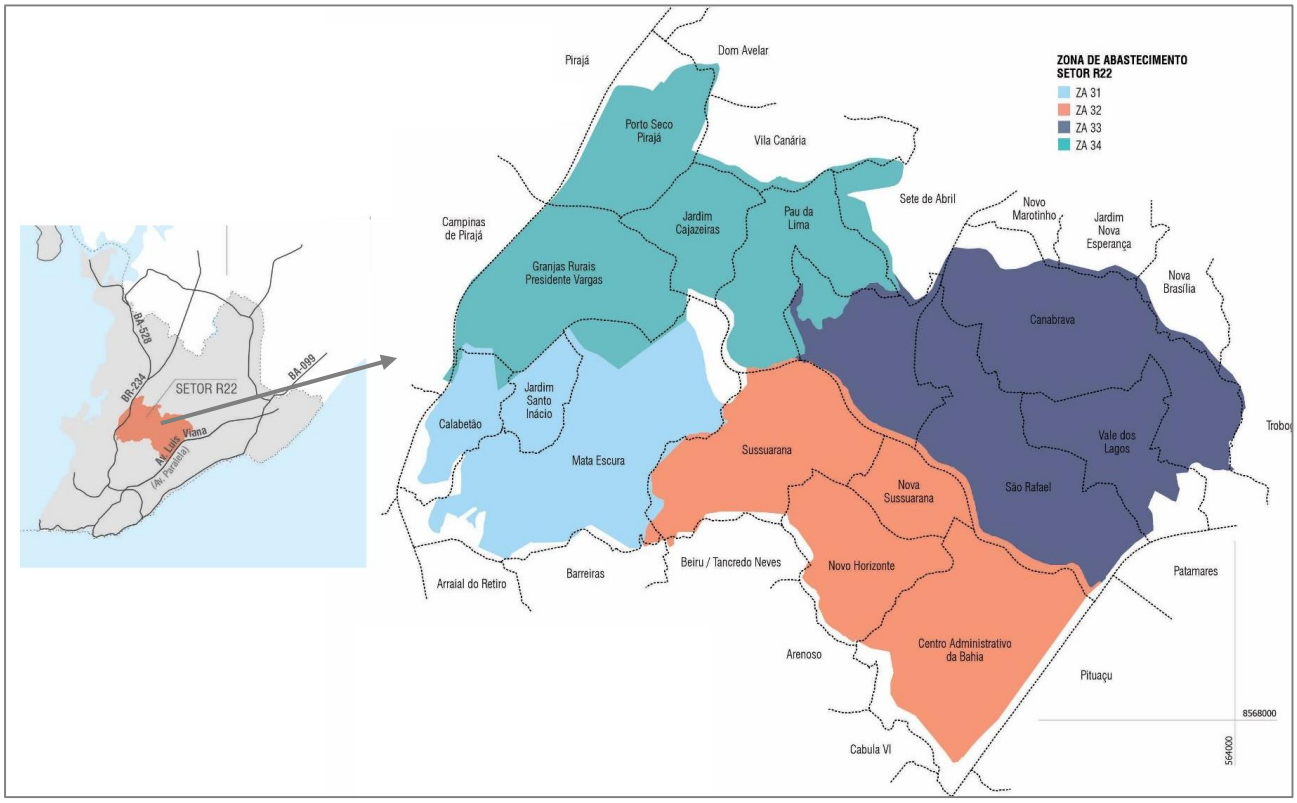


Figura 1.158 - Área de abrangência do Setor 22 proposto em projeto
Fonte: Adaptado de Embasa (2021b).

De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 10.925 m de linhas tronco e 19.147 m de rede no Setor, além da expansão de 9.562 ligações domiciliares.

A **Figura 1.159** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R23, e a **Tabela 1.27** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 458.592 m de rede.

Tabela 1.27 - Extensão da rede de distribuição por material no Setor R7

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)						
	Aço	FºFº	PEAD	PVC	PVC de FºFº	PVC VINILFER	Total Geral
23	-	31.366,53	7.977,52	43.761,65	1.600,83	-	84.706,52
25	1.281,55	30.121,74	8.049,03	78.896,69	5.418,58	9,90	123.777,49
26	-	6.027,35	6.370,50	38.686,56	2.663,27	-	53.747,67
27	-	4.267,27	3.014,70	21.032,99	1.266,95	-	29.581,91
29	680,58	5.823,53	1.976,31	39.580,79	3.251,84	-	51.313,05
30	-	5.453,43	4.047,93	28.602,27	2.527,69	-	40.631,32
32	-	9.349,06	5.724,18	52.882,92	6.877,98	-	74.834,14
Total Geral	**1.962,14**	**92.408,91**	**37.160,16**	**303.443,86**	**23.607,14**	**9,90**	**458.592,10**
% Rede	**0,43%**	**20,15%**	**8,10%**	**66,17%**	**5,15%**	**0,002%**	**100,00%**

Fonte: Embasa (2024).

Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

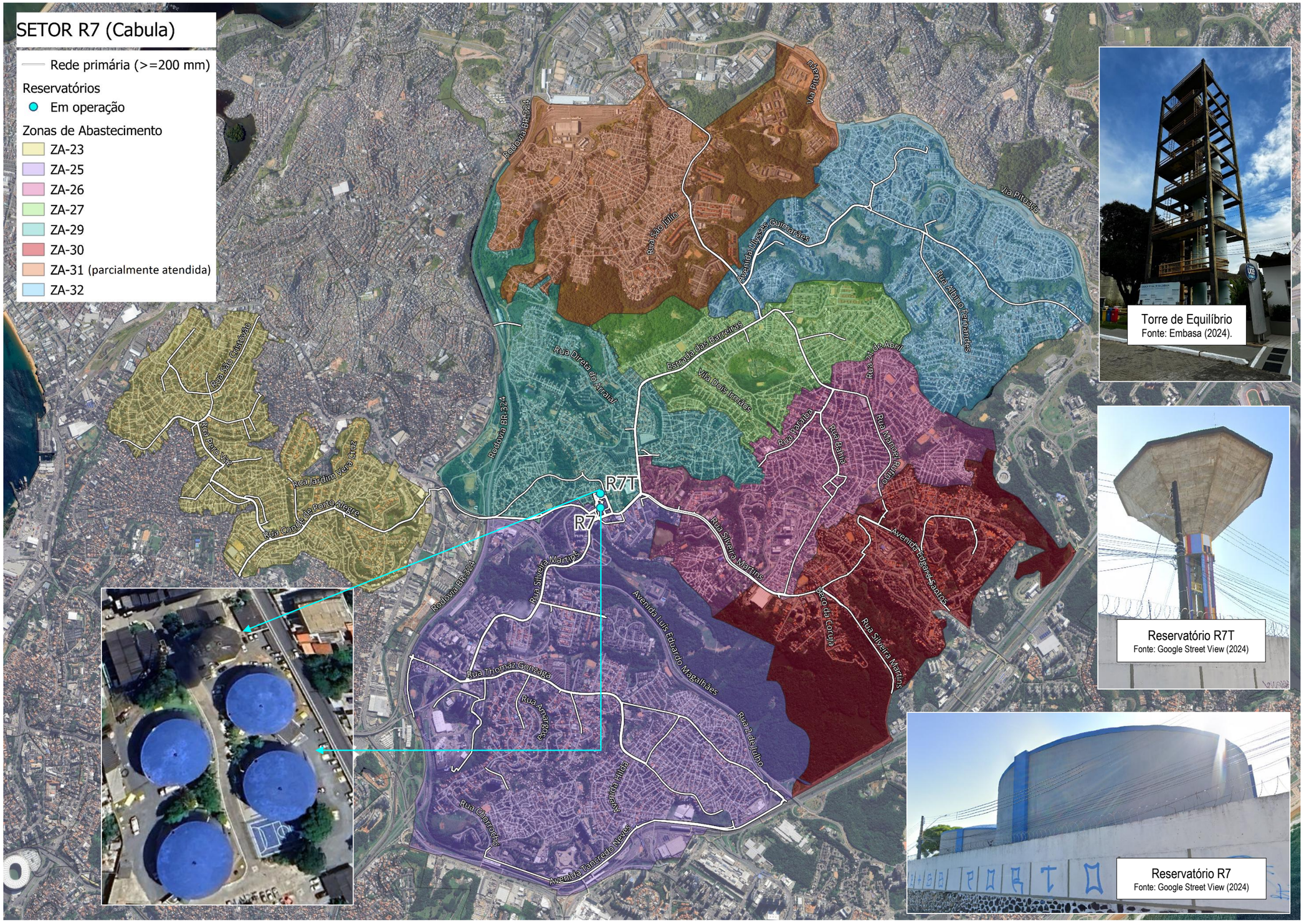


Figura 1.159 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R7
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

1.7.3.2 Setor R25 (Goméia)

O Parque de Reservação R25 situa-se no bairro de São Caetano, nas proximidades da BR-324, sendo alimentado por derivação de 800 mm da adutora principal, com tomada de água em seu trecho de 1.200 mm. No trecho que abastece o R25, a derivação reduz para 600 mm.

O Setor R25 foi concebido com duas zonas de pressão, prevendo o atendimento da zona baixa (cotas menores ou iguais a 50,0 m) por meio de um reservatório apoiado, com capacidade de 8.700 m³, e da zona alta (cotas superiores a 50,0 m) mediante um reservatório elevado, com volume de 1.000 m³.

Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.62**.

Quadro 1.62 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R25

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R25	Goméia	UML (Cabula)	79,00	87,00	8,00
R25T	Goméia	UML (Cabula)	105,50	111,10	5,60

Fonte: Embasa (2023e).

De acordo com a equipe operacional da UML (2024), atualmente o R25 não está operando como poço de sucção para a estação elevatória setorial, que é alimentada diretamente por derivação da adutora principal, recalcando para o R25T, que abastece as ZA 22 e 28. O reservatório apoiado atende à ZA 24 situada na zona baixa do Setor. A EEAT R25 conta com 4 CMB com 175 CV de potência cada, e opera em regime de 2+2, sendo 2 (dois) CMB em operação, trabalhando em paralelo, e 2 (dois) CMB reserva.

O reservatório apoiado R25 abastece a Zona 24, incluindo os seguintes locais:

- **ZA 24**: São Caetano (parte), Bom Juá (parte), Fazenda Grande do Retiro (parte), Liberdade (parte), Curuzu (parte), Santa Mônica (parte), IAPI (parte), Pau Miúdo (parte) e Retiro (parte).

O reservatório elevado R25T abastece as Zonas 22 e 28, incluindo os seguintes locais:

- **ZA 22**: Boa Vista do São Caetano (parte), Capelinha, São Caetano (parte), Bom Juá (parte) e Fazenda Grande do Retiro (parte).
- **ZA 28**: São Caetano (parte), Bom Juá (parte) e Fazenda Grande do Retiro (parte).

Para auxiliar o entendimento, apresenta-se o croqui do Setor R25 na **Figura 1.160**, e na **Figura 1.161** observam-se a área de abrangência do Setor R25, sua altimetria, a delimitação das ZA, reservatórios e adutoras. Observa-se na figura mencionada a grande variação do relevo, em que são observadas cotas topográficas entre 10 e 90 metros. De acordo com a Embasa, existiam dois pontos críticos nesse Setor, que já foram solucionados, sendo um na ZA 22 (Capelinha) e outro na ZA 28 (Fazenda Grande do Retiro).

A proposta do PARMS 2016 para o Setor R25 inclui a ampliação da reservação em 3.000 m³ para atender a ZA 22, com base no critério que determina de 1/4 (25%) a 1/3 (33%) do VMD. A partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição do Setor foi proposta a reativação da EEAT setorial do R25T, reforço de linhas tronco, instalação de válvulas redutoras de pressão, ampliação na rede de distribuição secundária e novas ligações domiciliares.

De acordo com a Embasa, no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 2.921 m de linhas tronco e 4.289 m de rede no Setor, além da expansão de 3.270 ligações domiciliares.

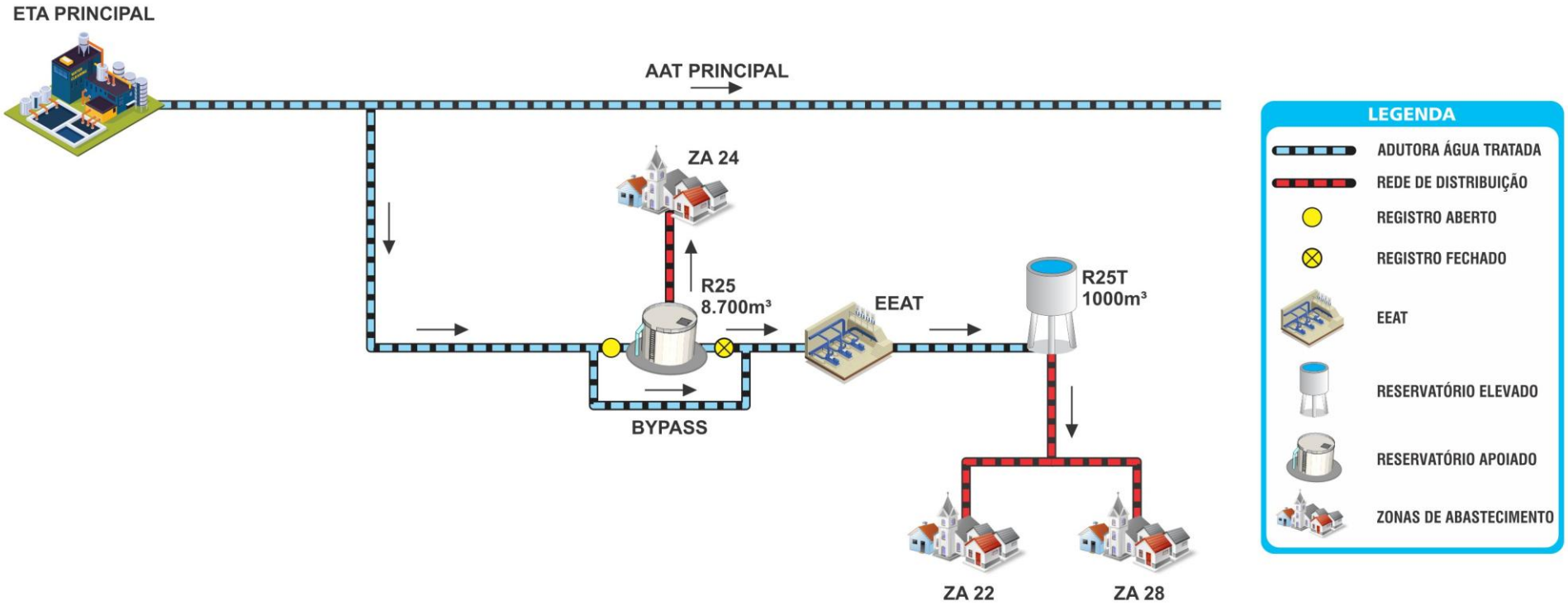


Figura 1.160 - Croqui do Setor R25

Fonte: GEOHIDRO (2024) Adaptado de Embasa (2022).

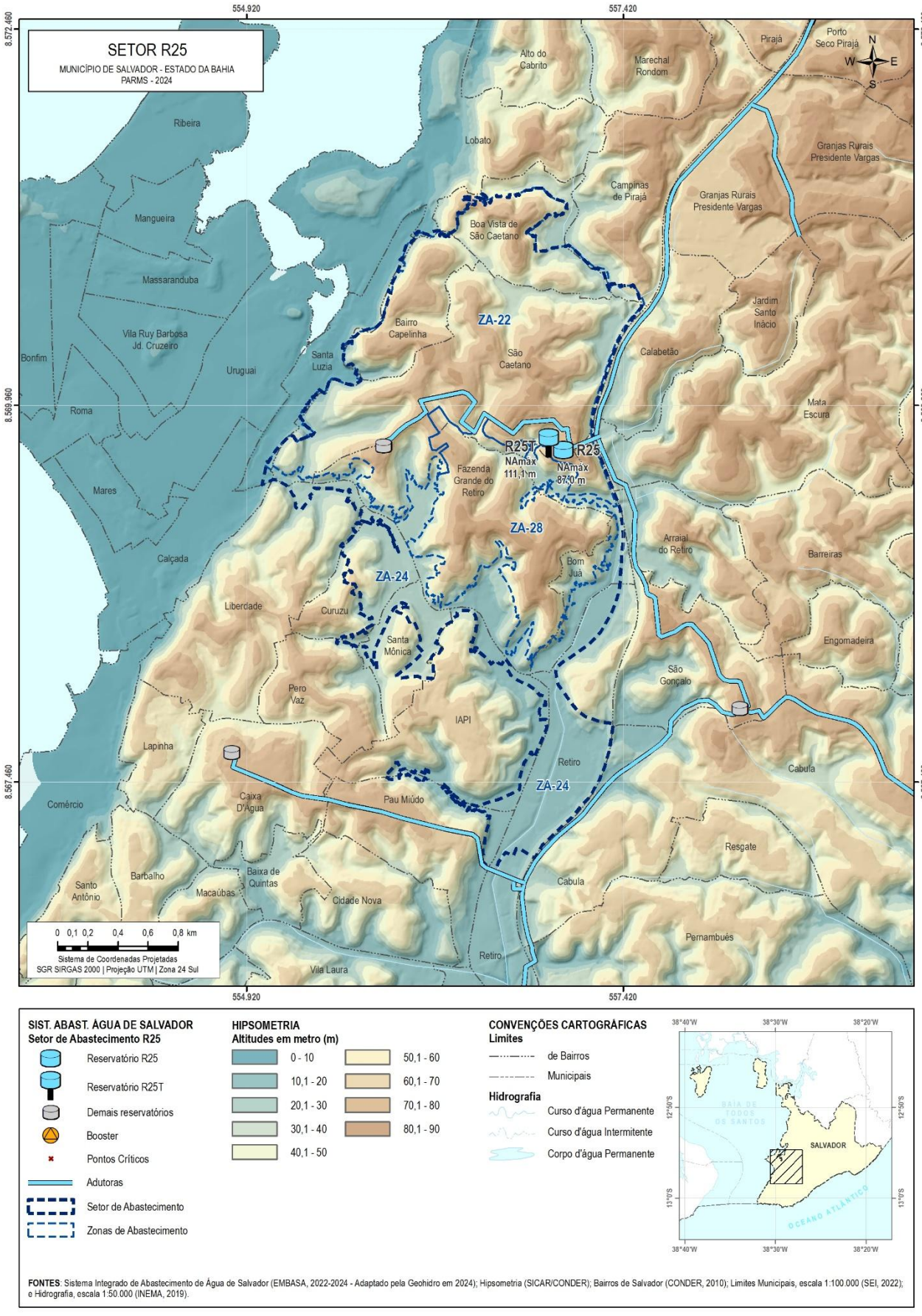


Figura 1.161 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento do Setor R25
Fonte: GEOHIDRO (2024).

A **Figura 1.162** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R25, e a **Tabela 1.28** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 184.437,31 m de rede.

Tabela 1.28 - Extensão da rede de distribuição do Setor R25

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)				
	FºFº	PEAD	PVC	PVC DEFºFº	Total Geral
22	19.948,84	4.313,26	62.209,34	4.109,19	90.580,63
24	17.474,56	896,94	27.204,24	5.202,57	50.778,31
28	7.517,54	166,15	33.258,29	2.136,40	43.078,37
Total Geral	**44.940,94**	**5.376,35**	**122.671,87**	**11.448,15**	**184.437,31**
% Rede	**24,37%**	**2,92%**	**66,51%**	**6,21%**	**100,00%**

Fonte: Embasa (2024).

Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

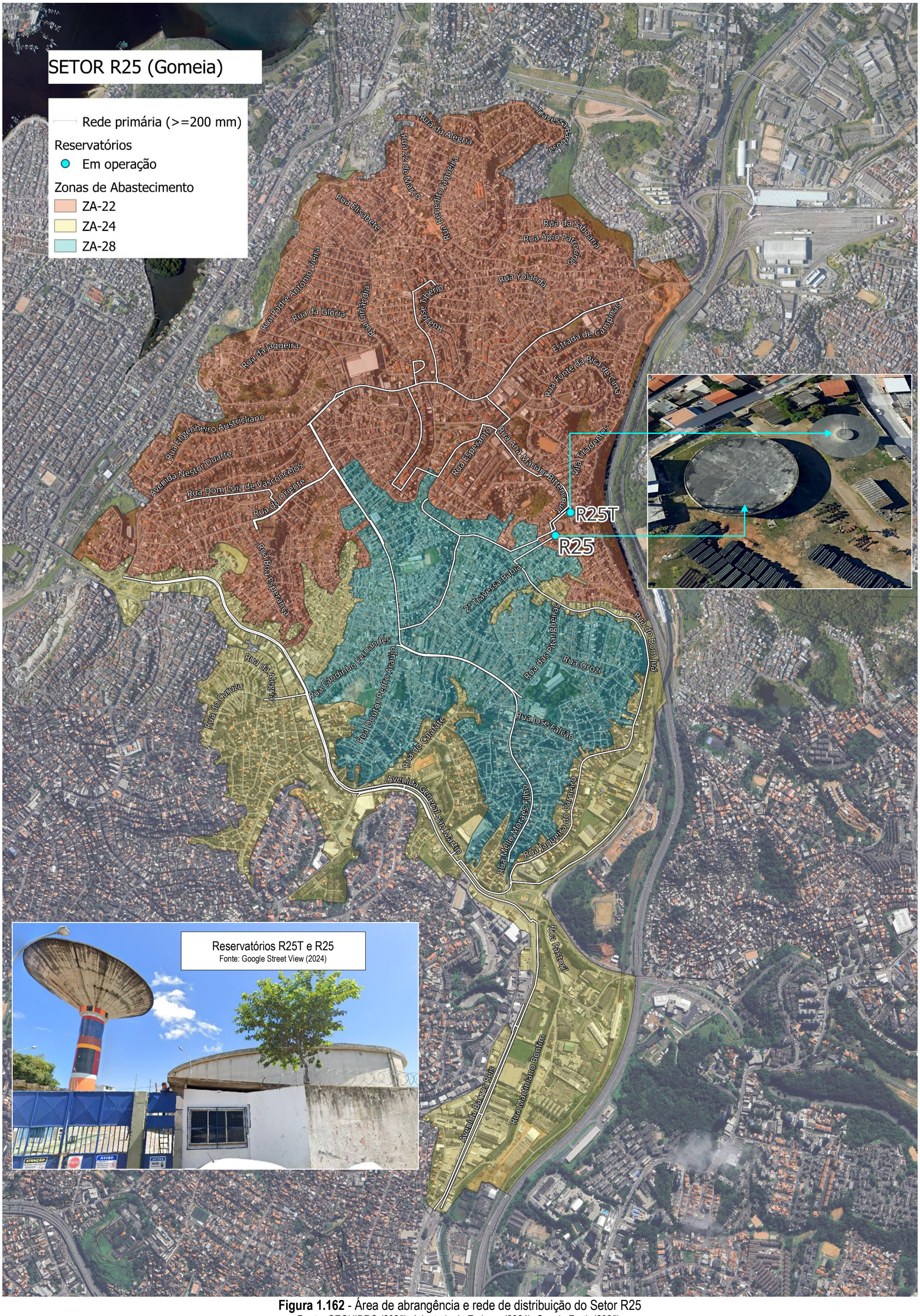


Figura 1.162 - Área de abrangência e rede de distribuição do Setor R25
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

1.7.3.3 Zonas atendidas pela adutora principal – Distribuição em marcha UML

Na UML há três zonas atendidas por distribuição em marcha: ZA 20, 21 e 31 (parte).

A **ZA 21** é atendida por uma derivação da Adutora Principal com diâmetro 800 mm. A montante de sua conexão com o R25 existe uma sub-derivação, com diâmetros sequenciais de 700 mm e 600 mm, que atua como *by-pass* deste reservatório, abastecendo por distribuição em marcha a ZA 21, protegida por três VRP DN 600, duas operando em série e a terceira em paralelo (reserva). Nessa ZA estão situadas as seguintes localidades: Monte Serrat (parte) e Bonfim (parte), Ribeira, Mangueira, Massaranduba, Vila Ruy Barbosa / Jd. Cruzeiro, Uruguai, Lobato (parte), Santa Luzia, Boa Viagem, Roma, Mares, Caminho de Areia e Calçada (parte).

A **ZA 20** é abastecida, integralmente, a partir de um *booster* localizado na ZA 21 e abrange os bairros Monte Serrat (parte) e Bonfim (parte).

A **ZA 31** é parcialmente (55%) atendida por uma derivação da Adutora Principal com diâmetro 400 mm, abastecendo os bairros Calabetão (parte), Mata Escura (parte) e Jd. Santo Inácio.

De acordo com informações da gerência operacional da UML, a ZA 31 é um desmembramento da ZA 27, que originalmente pertencia ao Setor R7. Importante ressaltar que, na situação atual, parte da ZA 31 é abastecida pelo R7T e a outra parte pela Adutora Principal, conforme croqui esquemático apresentado na **Figura 1.163.**

Observa-se na **Figura 1.164** a área de abrangência das ZA, a altimetria, delimitação e adutoras**,** onde também pode ser verificada a localização dos *boosters* existentes na ZA 21.

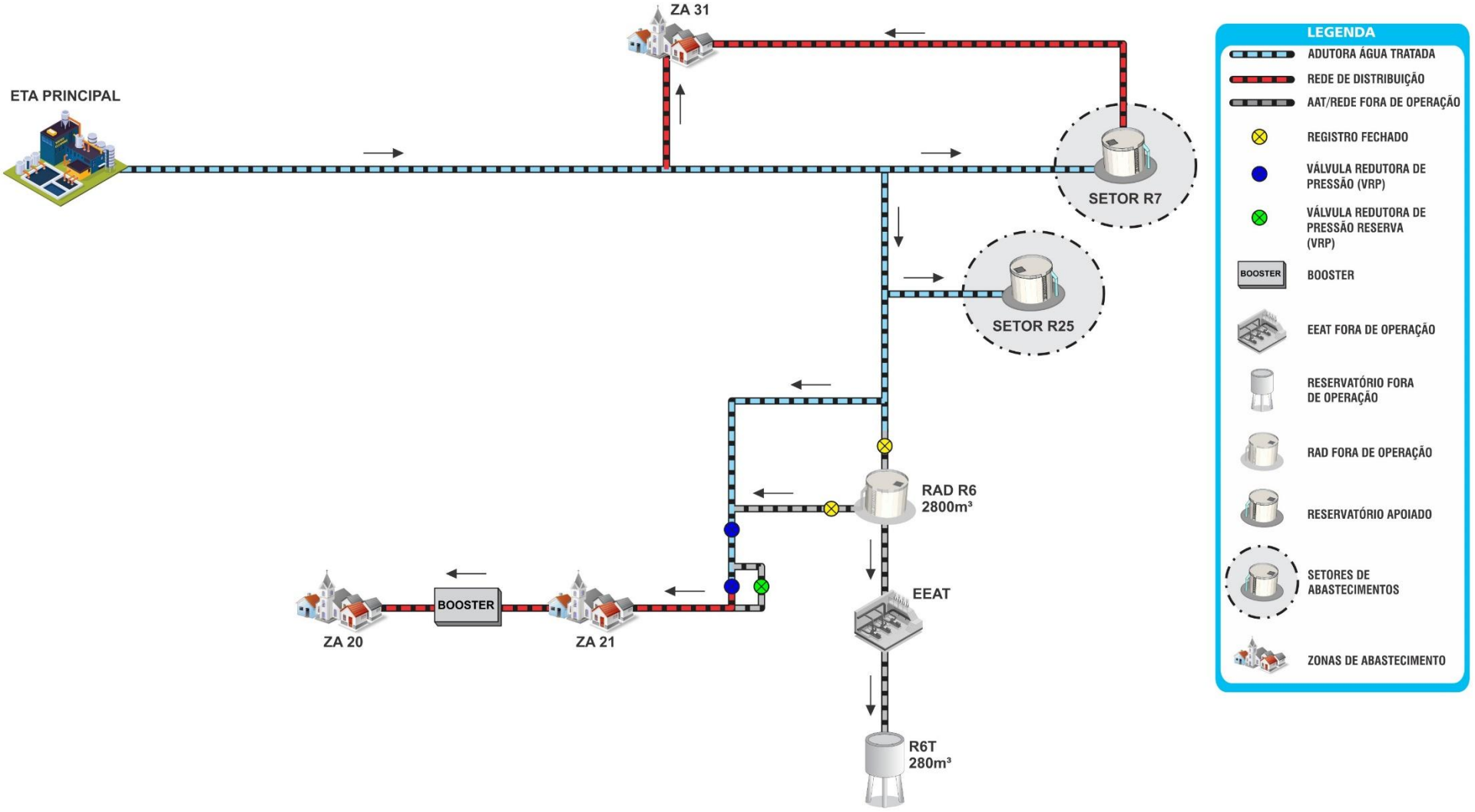


Figura 1.163 - Croqui Zonas abastecidas pela adutora principal na UML.
Fonte: GEOHIDRO (2024) Adaptado de Embasa (2022).

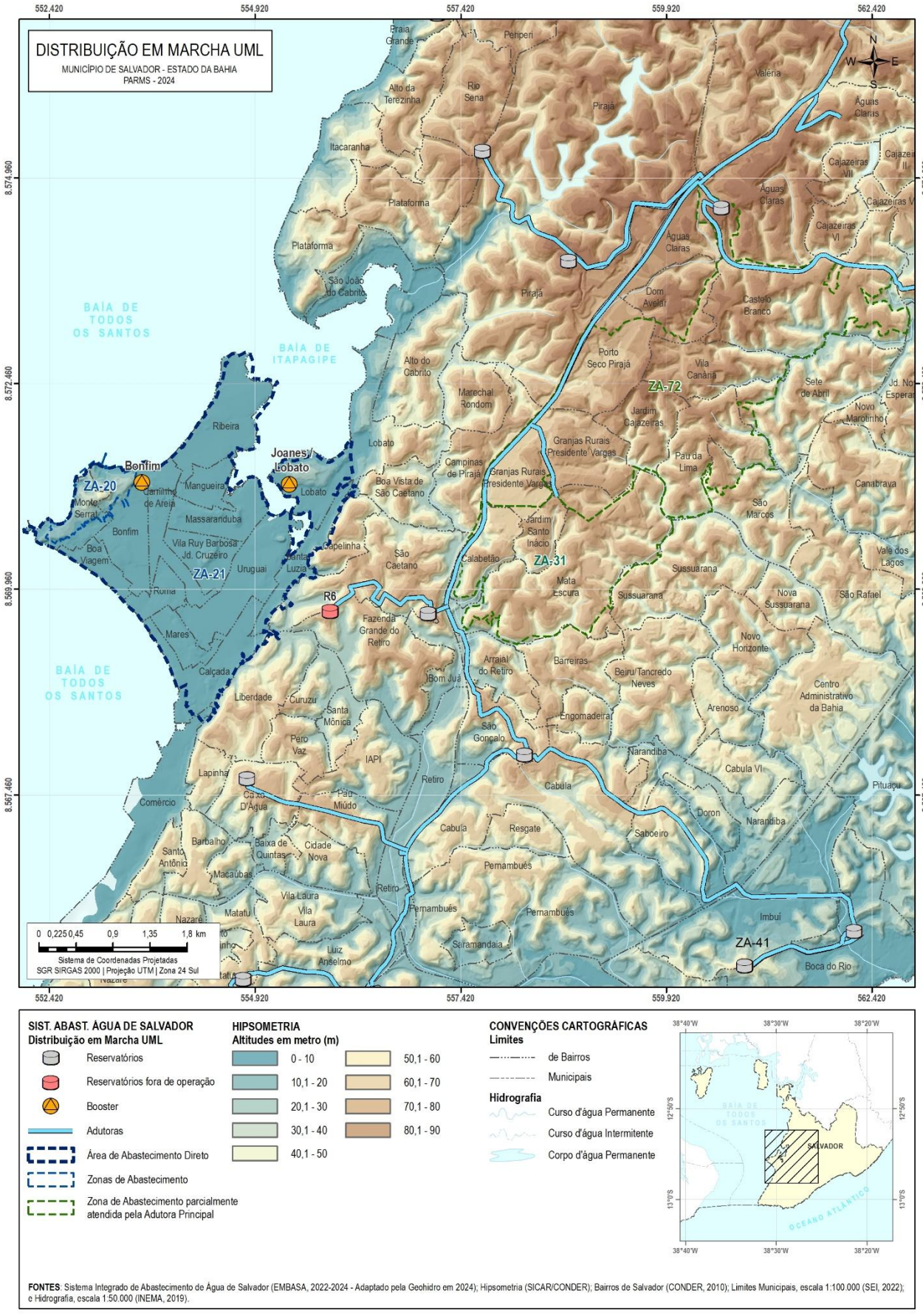


Figura 1.164 - Área de abrangência e pontos críticos de abastecimento das Zonas da UML abastecidas em marcha
Fonte: GEOHIDRO (2024).

No **Quadro 1.63** são mostradas as características dos *boosters* existentes.

Quadro 1.63 - Características dos Boosters da ZA 21 - UML

Nome da elevatória	Endereço	N° de bombas	Vazão Nominal (L/s)	Potência Instalada (cv)
Booster Joanes Lobato	Rua Aterro do Joanes, Lobato	1	15,83	5
Booster Bonfim	Rua Travasso do Meio, Lobato	1+1	40,0	40

Fonte: Embasa (2023e); Embasa (2024).

De acordo com o PARMS 2016 as ZA 20 e 21 deveriam ser atendidas pelo Parque de Reservação R6, após sua reativação. Para atendimento destas Zonas foi proposta a implantação de duas câmaras de 8.700 m³ cada, que manteriam o limite de 1/4 a 1/3 do VMD durante todo o horizonte de planejamento do Plano. Cabe destacar que a equipe da Embasa desenvolveu um projeto para demolição das estruturas existentes e implantação de um RAD de 8.700 m³, para reativação do Setor R6.

A partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição destas Zonas, o PARMS 2016 propôs o reforço das linhas tronco, inserção de válvulas redutoras de pressão em linhas tronco (1 em operação e 1 de reserva) e expansão da rede de distribuição secundária.

De acordo com a Embasa (2024), foram executadas melhorias na Zona de Abastecimento 21, no período de 2016 a 2023, com a substituição/extensão de 6.898 m de linhas tronco e 13.775 m de rede de distribuição. Para o conjunto das Zonas abastecidas pela adutora principal (ZA 20, 21 e 31) houve a expansão de 624 ligações domiciliares, nesse mesmo período.

A **Figura 1.165** apresenta a disposição da rede de distribuição nas ZA 20, 21 e 31. Por sua vez, a **Tabela 1.29** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede, fornecido pela Embasa (2024), as ZA possuem, em conjunto, aproximadamente 286.280,41 m de rede, destacando-se a predominância no uso de tubos de PVC.

Tabela 1.29 - Extensão da rede de distribuição das Zonas 20, 21 e 31 da UML

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)						
	Aço	FºFº	PEAD	PRFV-RPVC	PVC	PVC de FºFº	Total Geral
20	-	149,95	717,32	-	9.685,47	1.855,46	12.408,21
21	-	33.222,47	18.308,41	1.306,50	138.026,31	30.286,26	221.149,96
31	87,95	4.070,11	5.869,89	-	40.119,19	2.575,11	52.722,25
Total Geral	**87,95**	**37.442,53**	**24.895,62**	**1.306,50**	**187.830,97**	**34.716,83**	**286.280,40**
% Rede	**0,03%**	**13,08%**	**8,70%**	**0,46%**	**65,61%**	**12,13%**	**100,00%**

Fonte: Embasa (2024).

Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

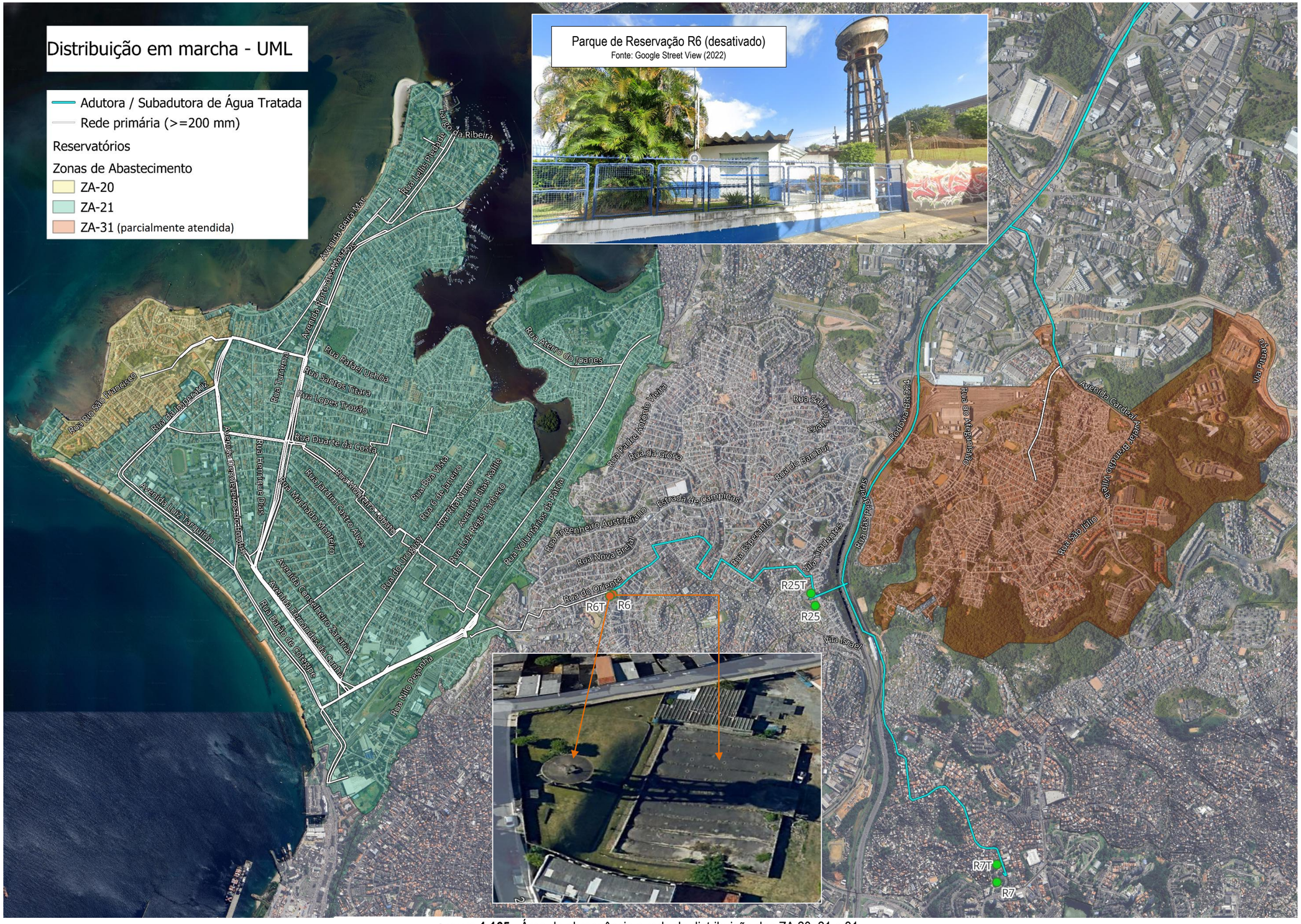


Figura 1.165 - Área de abrangência e rede de distribuição das ZA 20, 21 e 31.
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2021).

1.7.4 Unidade Regional de Pirajá – UMJ

Na Unidade Regional de Pirajá estão inseridas 24 (vinte e quatro) Zonas de Abastecimento, sendo 16 (dezesseis) zonas atendidas integralmente por reservatórios, e outras 8 (oito), que possuem contribuição direta da ETA principal.

A área de abrangência da UMJ possui 6 (seis) Parques de Reservação ativos, que formam os setores de abastecimento, e algumas áreas atendidas por distribuição em marcha. A seguir, a distribuição das zonas nos setores de abastecimento:

- Setor R10 (Ilha Amarela): ZA 69 e ZA 76;
- Setor R12 (Periperi): ZA 75;
- Setor R14 (Águas Claras): ZA 63, 72 (parte) e 73;
- Setor R17 (Pirajá): ZA 60, 61 e 71;
- Setor R18 (Valéria): ZA 58, 59, 67, 68, 74 e 78 (estas duas últimas controladas por VRP);
- Setor R21 (Simões Filho): ZA 80 e 85;
- ZA 62, 64, 65 (SF), 70 (controlada por VRP), 72 (parte), 77, 79, 81 (SF), 82 (SF), 83 (SF) e 84 (SF) - Distribuição em Marcha.

A **Figura 1.166** mostra a configuração dos setores e zonas de abastecimento.

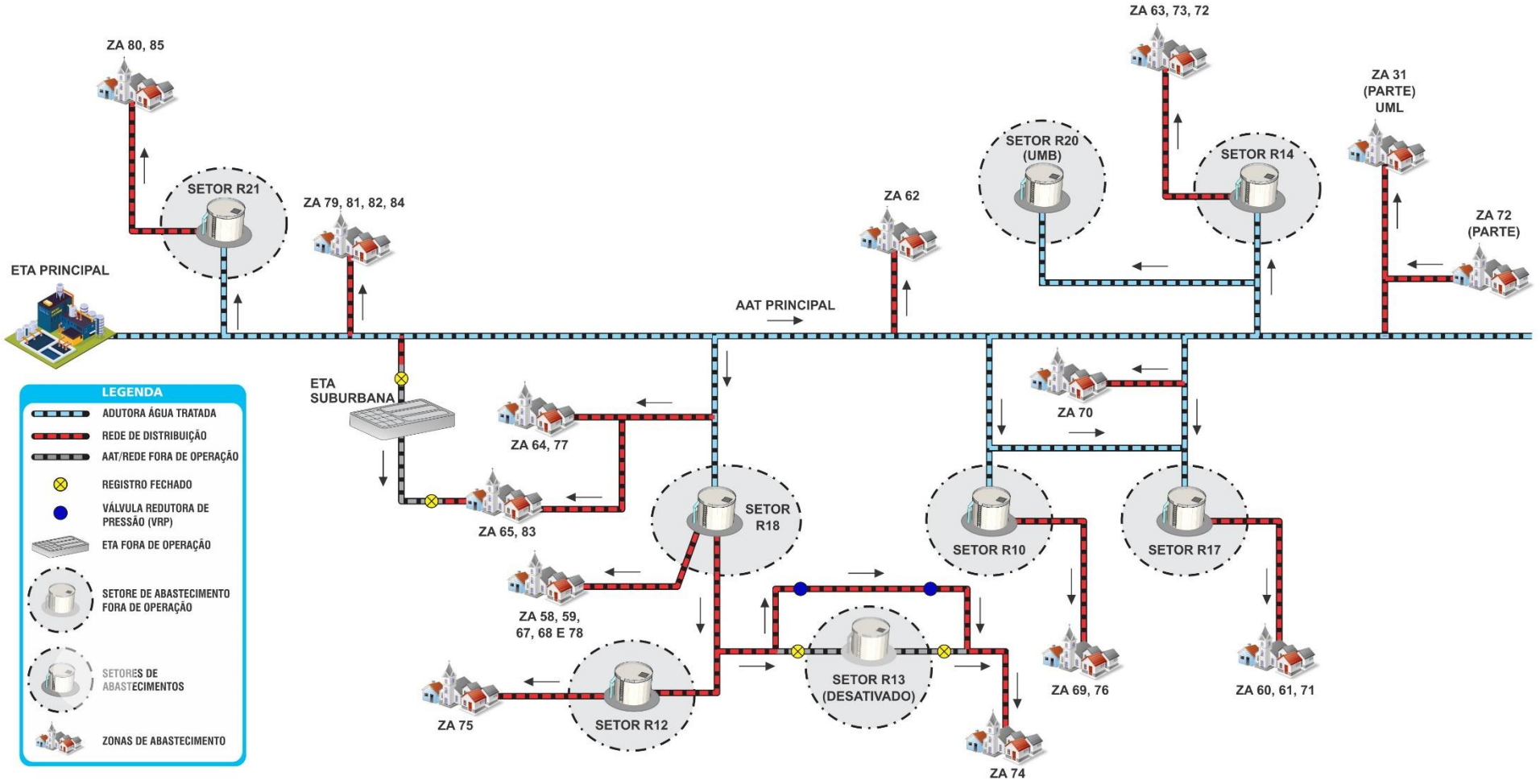


Figura 1.166 - Croqui esquemático da distribuição na Unidade Regional do Pirajá

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

1.7.4.1 Setor R10 (Ilha Amarela)

O Parque de Reservação R10 trata-se do setor concebido no projeto original do Sistema de Abastecimento de Água do Subúrbio Ferroviário de Salvador, com Parque Operacional constituído por Reservatório Apoiado (R10, capacidade 8.700 m³), Estação Elevatória Setorial e Reservatório Elevado (R10T, capacidade 700 m³), sendo a adução para o Reservatório Apoiado proveniente de derivação da Adutora Principal no diâmetro de 800 mm.

Originalmente, esse setor atendia apenas a ZA 69, contudo, essa zona de abastecimento foi subdividida em duas zonas, que são atendidas integralmente pelo Parque de Reservação, a ZA 69 e a ZA 76, compreendendo os seguintes bairros:

- **ZA 69**: Periperi (parte), Praia Grande (parte), Rio Sena (parte), Alto da Terezinha (parte), Ilha Amarela (parte), Itacaranha (parte), São João do Cabrito (parte) e Plataforma (parte) – abastecida pelo reservatório apoiado.
- **ZA 76**: Mirantes e Colinas de Periperi, Periperi (parte), Rio Sena (parte), Alto da Terezinha (parte), Ilha Amarela (parte), Itacaranha (parte) e Plataforma (parte) – abastecida pelo reservatório elevado.

A **Figura 1.167** apresenta a configuração atual do setor.

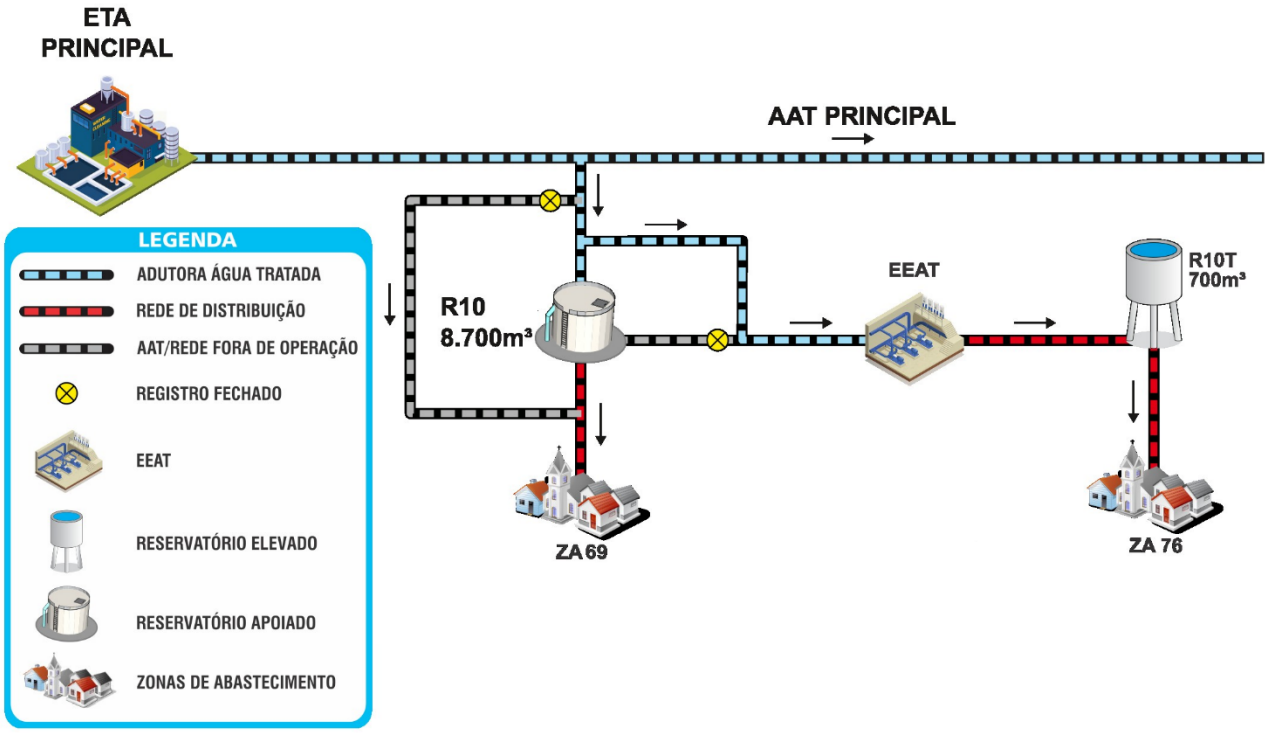


Figura 1.167 - Croqui esquemático do Setor R10
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

Os níveis de água operacionais do reservatório deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.64**.

Quadro 1.64 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R10

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R10	Ilha Amarela	UMJ (Pirajá)	97,00	105,00	8,00
R10T	Ilha Amarela	UMJ (Pirajá)	111,50	118,50	7,00

Fonte: Embasa (2023e).

Vale destacar que o reservatório apoiado não é utilizado como poço de sucção da EEAT Setorial. Foi realizado um *by-pass* nas câmaras apoiadas, para que a Estação Elevatória receba água diretamente da derivação da adutora e, posteriormente, recalque para o R10T. A EEAT, de acordo com a equipe da gerência operacional da

UMJ (2024), dispõe de três conjuntos motobomba de 60 cv cada, operando no regime 2+1. Além disso, existe um *by-pass* da derivação diretamente para a rede de distribuição da ZA-69, que pode ser utilizado em casos de emergência.

No que concerne à setorização do PARMS 2016, foi proposto o atendimento integral da antiga ZA 69 (atualmente ZA 69 e ZA 76) pelo reservatório R10, sendo que cotas acima de 75 m seriam atendidas pelo R10T. Quanto à avaliação da capacidade de reservação, verificou-se que o volume total de reservação estava próximo a 24% da demanda máxima diária do setor no período de 2015 a 2040. Para maior segurança na reservação, o PARMS 2016 indicou a construção de um reservatório de 700 m³, atendendo assim um volume de reservação entre 1/4 (25%) e 1/3 (≈ 33%) do Volume Máximo Diário (VMD).

A **Figura 1.168** mostra a área de abrangência do Setor R10, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Conforme pode ser observado, na ZA 76 predominam os pontos mais altos. A figura ilustra também a localização dos pontos críticos existentes no setor, em virtude de baixa pressão na rede, ou seja, pontos nos quais a pressão na rede é inferior a 10 mca. Como mostra o **Quadro 1.65**, existem dois pontos críticos na ZA-69 nas cotas 75 e 85 m, e um ponto crítico na ZA-76 localizado na cota 95 m.

Quadro 1.65 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R10

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua das Bananeiras	Plataforma	69	85
PC2	Mirante de Periperi	Mirante de Periperi	76	95
PC3	Cj. Colinas de Periperi	Colinas de Periperi	76	95
PC4	Rua Antônio Balbino	Plataforma	69	75

Fonte: Embasa (2024).

Conforme informações da Embasa (2025), encontra-se em andamento obras de ressetorização do R10, visando transferir as áreas do PC1 e PC4 para a ZA76, abastecida pelo elevado. Em relação aos pontos PC2 e PC3, os conjuntos Colinas de Periperi I e II e Mirantes de Periperi I e II formarão uma nova ZA, abastecida pelo Setor R18. Ambas intervenções têm previsão de conclusão até julho/2025.

A **Figura 1.169** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R10, e a **Tabela 1.30** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 160 km de rede, sendo 77% em PVC.

Tabela 1.30 - Extensão da rede de distribuição do Setor R10

Zona de abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)							
	FºFº	PEAD	PRFV-RPVC	PVC	PVC DEFºFº	PVC PBA	PVC VINILFER	Total
69	10.523,97	8.036,71	1.583,24	47.565,82	5.563,32	790,86	53,58	74.117,50
76	9.391,12	6.049,72	758,82	66.676,74	3.000,75	36,42		85.913,57
Setor R10	**19.915,09**	**14.086,42**	**2.342,06**	**114.242,56**	**8.564,07**	**827,28**	**53,58**	**160.031,07**
%Rede	**12,44%**	**8,80%**	**1,46%**	**71,39%**	**5,35%**	**0,52%**	**0,03%**	**-**

Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, e ampliação de ligações domiciliares. De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 140 m de linhas tronco e 2.374 m de rede no Setor, além da expansão de 2.669 ligações domiciliares. Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.



Figura 1.168 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R10
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.169 - Rede de Distribuição do Setor R10
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2021).

1.7.4.2 Setor R12 (Praia Grande)

O Setor R12 conta com um reservatório apoiado com duas câmaras, com capacidade de 400 m³ cada. O Parque de Reservação está localizado na Rua Direta do Cruzeiro, em Periperi. Esse setor atende apenas a **ZA 75,** que abrange os seguintes bairros: Nova Constituinte (parte), Periperi (parte), Praia Grande (parte), Alto da Terezinha (parte) e Coutos (parte). O Parque de Reservação é abastecido pelo setor R18. A Linha Tronco que interliga o setor R18 ao R12 possui diâmetros de 700 e 500 mm.

Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.66** seguinte.

Quadro 1.66 - Níveis Operacionais do Reservatório do Setor R12

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R12	Praia Grande (2 câmaras)	UMJ (Pirajá)	51,00	55,00	4,00

Fonte: Embasa (2023e).

A **Figura 1.170** apresenta a configuração atual do setor.

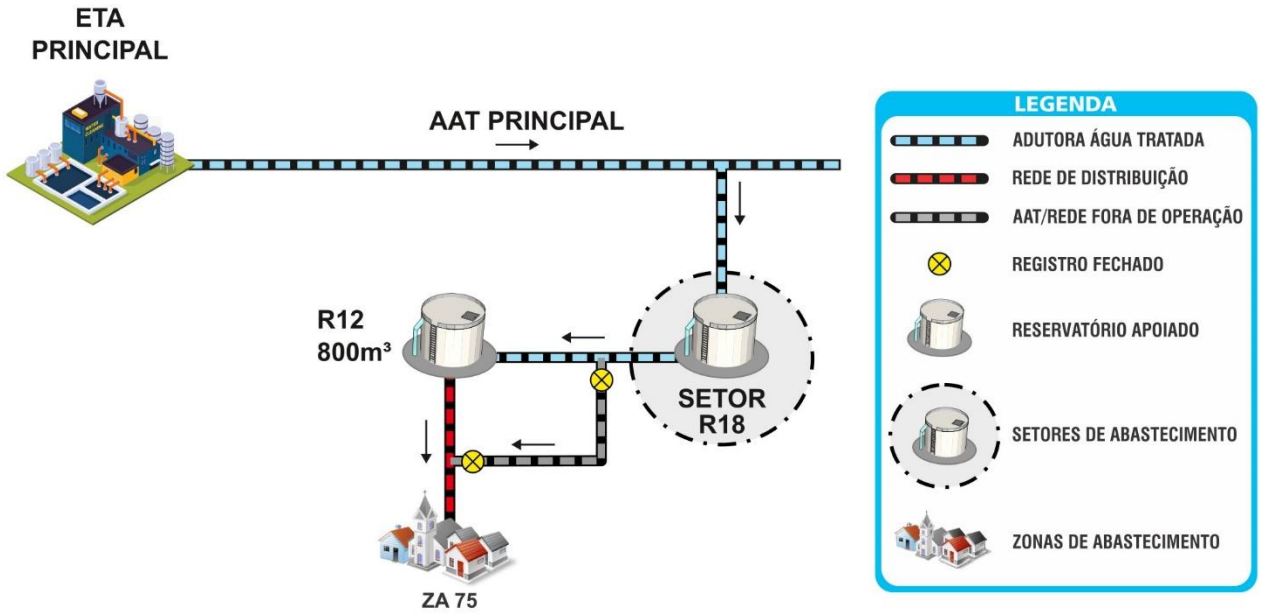


Figura 1.170 - Croqui esquemático do Setor R12
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

No que concerne à avaliação da capacidade de reservação do Setor R12, o PARMS 2016 verificou que o volume total de reservação é insuficiente para atendimento da zona, pois o volume representava pouco menos de 9% da demanda máxima diária do setor no período de 2015 a 2040.

Como o setor é abastecido pelo reservatório R18, o PARMS 2016 recomendou a desativação do reservatório R12 e o atendimento da ZA 75 diretamente pelo Setor R18.

De acordo com a equipe da Gerência Operacional da UMJ (2024), na entrada do reservatório R12 existe um vazamento, portanto a proposta da Unidade Regional é desativar esse reservatório, implantar uma linha tronco em paralelo (*by-pass* do R12), e instalar 3 válvulas redutoras de pressão (VRP) em série para melhoria operacional da ZA.

A **Figura 1.171** mostra a área de abrangência do Setor R12, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Não existem pontos críticos na ZA 75. Conforme pode ser observado, predominam pontos baixos, com a maior parte da área na cota entre 0 m e 10 m.

A **Figura 1.172** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R12, e a **Tabela 1.31** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 59.200 m de rede, sendo 60% em PVC e 27% em PEAD.

Tabela 1.31 - Extensão da rede de distribuição do Setor R12

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)				
	FºFº	PEAD	PVC	PVC Vinilfer	Total
75	7.819,77	16.041,07	31.159,61	4.211,56	59.232,01
Setor R12	**7.819,77**	**16.041,07**	**31.159,61**	**4.211,56**	**59.232,01**
%Rede	**13,20%**	**27,08%**	**52,61%**	**7,11%**	-

Fonte: Embasa (2024).

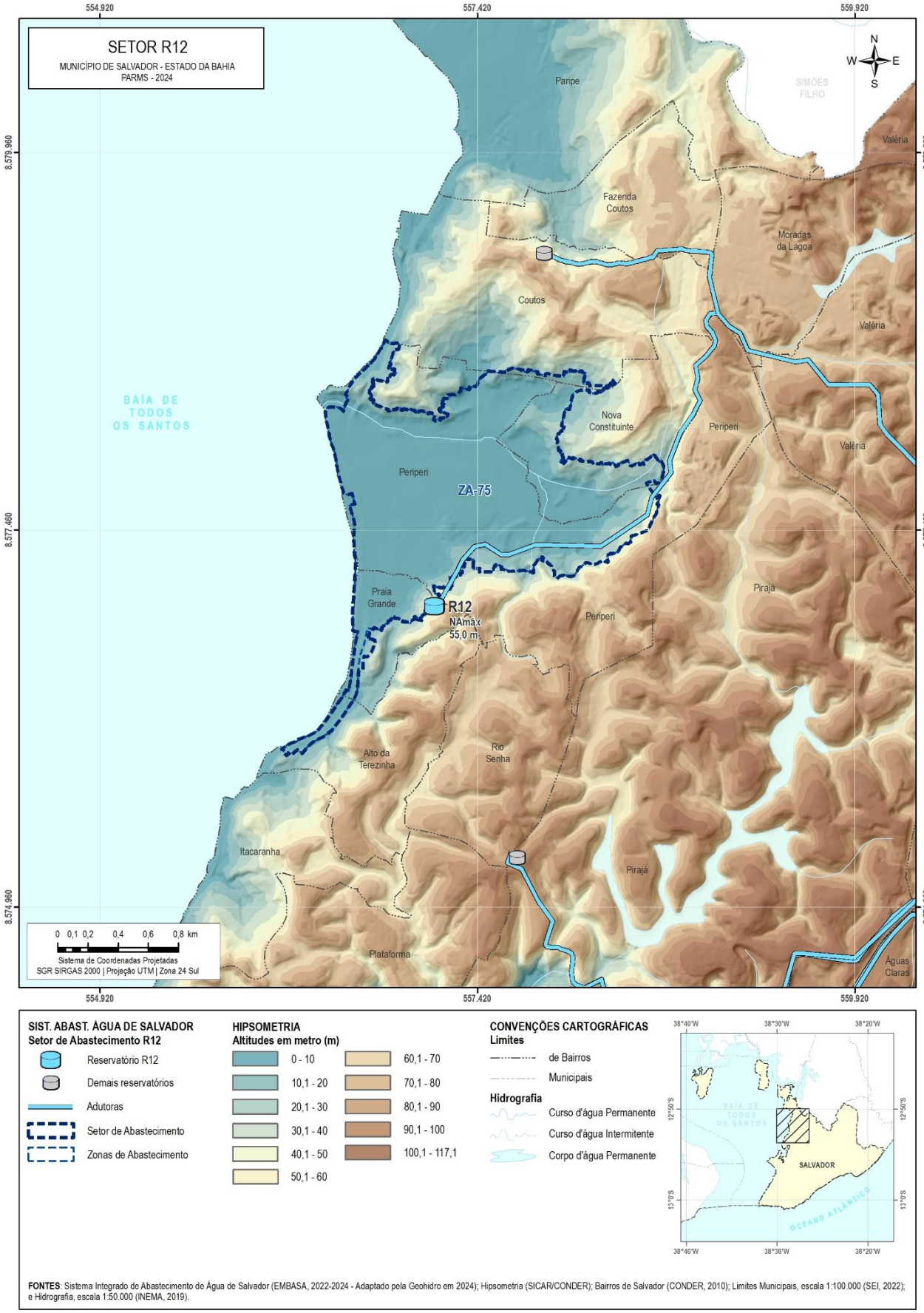


Figura 1.171 - Área de Abrangência do Setor R12
Fonte: GEOHIDRO (2024).



Figura 1.172 - Rede de Distribuição do Setor R12
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2025), Google Earth (2021).

1.7.4.3 Setor R14 (Águas Claras)

O Parque de Reservação R14 está situado no bairro de Águas Claras, em área vizinha à BR-324, contemplando dois Reservatórios Apoiados de 8.700 m³, um Reservatório Elevado de 500 m³ e uma Estação Elevatória. Atualmente o reservatório elevado está fora de operação.

O Setor R14 atende as seguintes zonas e bairros:

- **ZA 63**: Castelo Branco (parte), Sete de Abril (parte), Jd. Nova Esperança, Novo Marotinho, Nova Brasília, São Marcos (parte), São Rafael, Vale dos Lagos (parte), Canabrava (parte), Trobogy (parte);
- **ZA 73**: Castelo Branco (parte), Cajazeiras VIII, Cajazeiras X (parte), Fazenda Grande II (parte), Fazenda Grande III e IV, Jaguaripe I, Boca da Mata, São Cristóvão (parte) e Mussurunga (parte);
- **ZA 72:** Granjas Rurais (parte), Águas Claras (parte), Dom Avelar (parte), Porto Seco (parte), Castelo Branco (parte), Sete de Abril (parte), Vila Canária, Jd. Cajazeiras, Pau da Lima, São Marcos (parte);
- **ZA 43 (parte):** Vila Verde. Essa ZA faz parte da UMB, porém pequena parte é atendida pelo setor R14.

Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.67** seguinte.

Quadro 1.67 - Níveis Operacionais da Reservação do Setor R14

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R14	Águas Claras (2 câmaras)	UMJ (Pirajá)	104,00	112,00	8,00
R14T	Águas Claras	UMJ (Pirajá)	119,00	128,80	9,80

Fonte: Embasa (2023e).

A **Figura 1.173** apresenta a configuração atual do setor.

As câmaras apoiadas são alimentadas por uma derivação da Adutora ETA Principal – R7, que possui DN 1200. Salienta-se que a derivação que alimenta o R14 também alimenta o R20, resultando em sobrecarga nesta tubulação, face aos elevados volumes de água requeridos por esses reservatórios. Conforme mencionado no PARMS 2016, a alimentação do Reservatório R14 deverá ser regularizada quando estiver concluída a duplicação da Adutora ETA Principal – R7, visto que o trecho ainda não foi duplicado, e é o que requer maiores demandas entre os Reservatórios Setoriais que recebem água dessa adutora.

Como mostra a **Figura 1.173**, os reservatórios apoiados abastecem a ZA 73 e ZA 63 e exportam água para o Setor R20 (ZA 43). De acordo com a equipe da Gerência Operacional da UMJ, o reservatório elevado está fora de operação, frente à necessidade de ampliação do barrilete e recuperação estrutural/impermeabilização. Destaca-se ainda que, para fins de eficientização energética, o reservatório apoiado não está operando como poço de sucção para a Estação Elevatória existente, sendo aproveitada a carga hidráulica da adutora na sucção dos CMB. Portanto, a EEAT, anteriormente atendida pelo reservatório apoiado, está sendo abastecida pela adutora principal, e por consequência, a ZA 72 (anteriormente atendida pelo reservatório elevado) está sendo atendida pela derivação com pressurização. Destaca-se ainda que parte da ZA 72, na área de Granjas Rurais, é atendida diretamente pela Adutora de Água Tratada Principal, sem passar pela EEAT Setorial. De aqcordo com a Embasa (2025), encontra-se em andamento a implantação da nova ZA 66, que irá incorporar a área de Granjas Rurais.

A equipe da Embasa informou ainda que a EEAT opera metade do dia, enquanto na outra metade, a água é aduzida por um *by-pass* no barrilete da EEAT com destino à rede de distribuição. A Estação Elevatória dispõe de 2 conjuntos motobomba, com potência de 200 cv cada, operando no sistema 1+1.

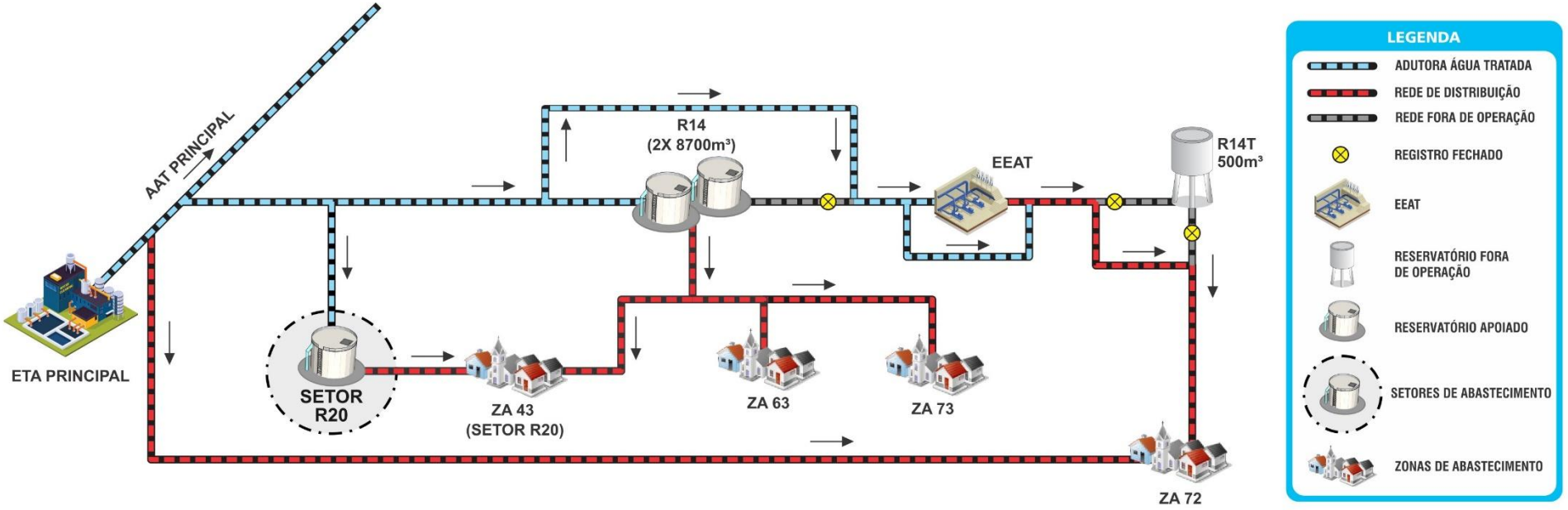


Figura 1.173 - Croqui esquemático do Setor R14
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

A **Figura 1.174** mostra a área de abrangência do Setor R14, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Conforme pode ser observado, no setor predominam pontos mais altos, principalmente na ZA 72, que possui pontos em cotas acima de 100 m. Conforme mostram o **Quadro 1.68** e a **Figura 1.174**, existe um ponto crítico na ZA 63 (cota 85 m), em virtude de baixa pressão na rede, ou seja, pontos nos quais a pressão na rede é inferior a 10 mca.

Quadro 1.68 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R14

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua Felícia	Sete de Abril	63	85

Fonte: Embasa (2024).

Cabe destacar que esses pontos são apontados pela Embasa como pendente ou em execução. Outros pontos críticos citados pela Embasa, mas com intervenções executadas foram: Rua Nossa Senhora Auxiliadora (Pau da Lima), Rua Pituaçu/Coroado (São Marcos), Cj. Jaguaripe I (Cajazeiras) e Via Castelo Branco (Castelo Branco).

A **Figura 1.175** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R14, e a **Tabela 1.32** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 450 km de rede, sendo 81% em PVC.

Tabela 1.32 - Extensão da rede de distribuição do Setor R14

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)							
	Aço	FºFº	PEAD	PVC	PVC DeFºFº	PVC PBA	PVC Vinilfer	Total
63	274,73	25.973,16	2.581,81	142.659,52	8.671,78	2.799,18	254,55	183.214,73
72	3.626,82	24.669,03	11.115,26	101.659,68	4.842,29	1.058,47	126,32	147.097,87
73		12.798,63	3.455,20	93.472,04	9.463,95		762,27	119.952,09
Setor R14	**3.901,55**	**63.440,82**	**17.152,27**	**337.791,24**	**22.978,02**	**3.857,65**	**1.143,14**	**450.264,69**
%Rede	**0,9%**	**14,1%**	**3,8%**	**75,0%**	**5,1%**	**0,9%**	**0,3%**	**100%**

Nota: SI - Sem informação

Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

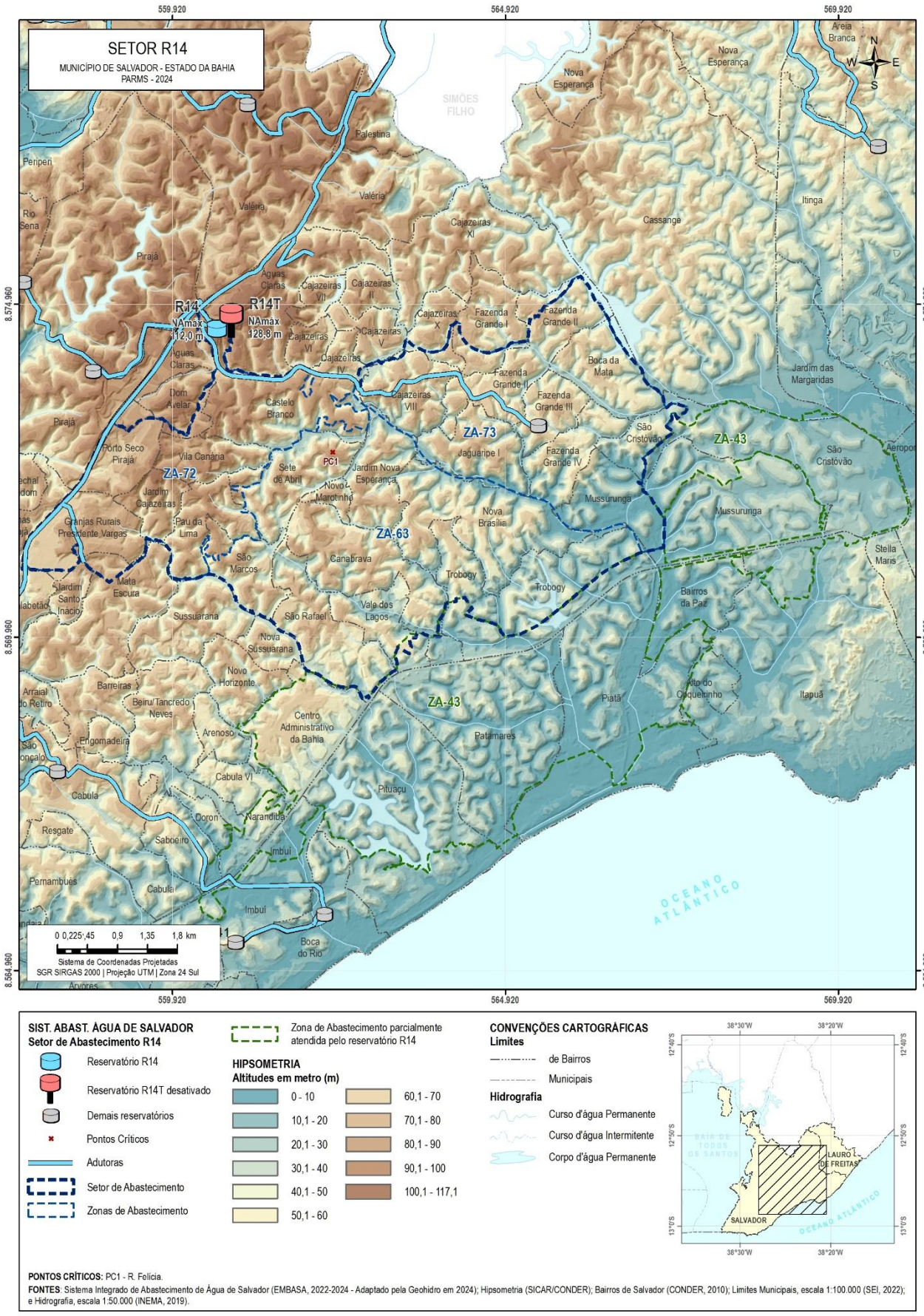


Figura 1.174 - Área de Abrangência Atual e Ponto Crítico do Setor R14
Fonte: GEOHIDRO (2024).

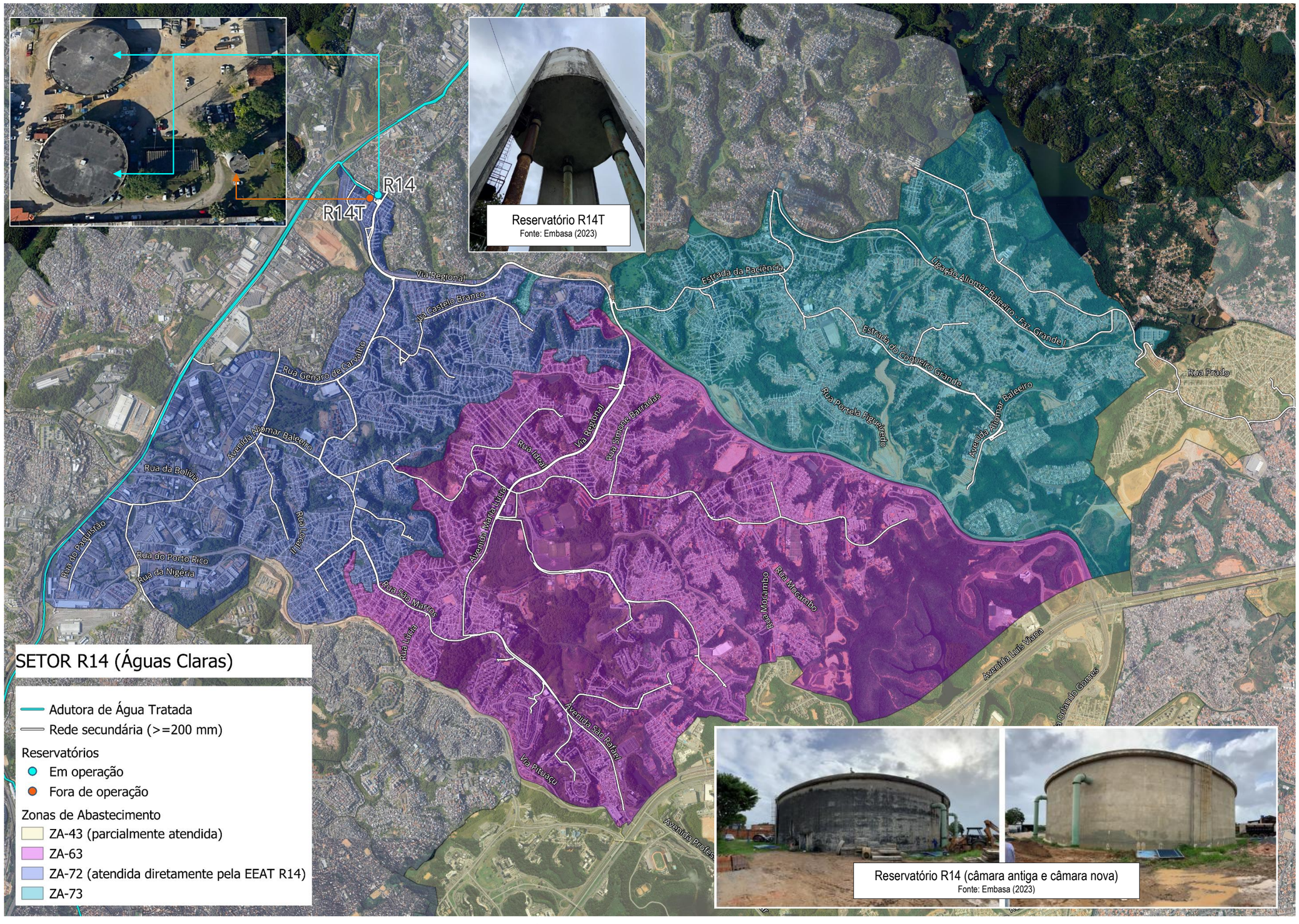


Figura 1.175 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R14
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2021).

No PARMS 2016, foi proposta a integração da ZA 62 (atualmente atendida pela Adutora Principal) ao Setor R14. O **Quadro 1.69** apresenta a setorização proposta.

Quadro 1.69 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R14

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R14	ZA 63	São Marcos, Sete de Abril (parte), São Rafael, Canabrava (parte), Vale dos Lagos (parte), Jardim Nova Esperança, Nova Brasília e Trobogy (parte)
	ZA 73	Cajazeiras VIII, Cajazeiras X, Fazenda Grande I, II, III e IV, Boca da Mata, Jaguaripe I, Mussurunga (parte) e São Cristóvão (parte)
	ZA 62	Cajazeiras IV e V (parte)
R14T	ZA 72	Castelo Branco, Vila Canária, Porto Seco Pirajá, Granjas Rurais Presidente Vargas, Jardim Cajazeiras e Pau da Lima
	ZA 62	Águas Claras, Cajazeiras II, III, VI, VII e XI, Cajazeiras IV e V (parte), Avelar e Fazenda Grande

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

Sendo assim, o estudo anterior avaliou a capacidade de reservação desse setor para atender as zonas 62, 63, 72 e 73. Verificou-se que o volume total de reservação era insuficiente para atendimento das zonas, visto que o volume representava cerca de 15% da demanda máxima diária do setor no período de 2015 a 2040. Foi proposta a ampliação da capacidade de reservação a partir da implantação de mais duas câmaras apoiadas de 8.700 m³, cada, além da ampliação da elevatória.

No entanto, a Embasa informou que não há previsão de ampliação da reservação, visto que está sendo prevista a implantação de um novo setor, o Setor R22, mencionado no **item 1.7.3.1,** que irá incorporar parte das zonas 63 e 72 da UMJ. Sendo assim a demanda a ser suprida pelo R14 diminui, mesmo com a inclusão da ZA 62.

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, e ampliação de ligações domiciliares. De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 8.439 m de linhas tronco e 30.104 m de rede no Setor, além da expansão de 9.718 ligações domiciliares. Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

1.7.4.4 Setor R17 (Pirajá)

O Setor R17 possui dois reservatórios, localizados em Pirajá, na rua Elísio Mesquita, sendo uma câmara apoiada com volume de 7.616 m³ e uma câmara elevada com volume de 600 m³. A seguir são apresentadas as zonas, e seus respectivos bairros, atendidos pelo R17.

- **ZA 60**: Alto do Cabrito (parte), Lobato (parte), Marechal Rondon (parte), Campinas de Pirajá (parte) e Boa Vista do São Caetano (parte);
- **ZA 61**: Pirajá (parte);
- **ZA 71:** Marechal Rondon (parte) e Campinas de Pirajá (parte).

Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.70** seguinte.

Quadro 1.70 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R17

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R17	Pirajá	UMJ (Pirajá)	104,00	111,00	7,00
R17T	Pirajá	UMJ (Pirajá)	119,00	128,40	9,40

Fonte: Embasa (2023e).

A câmara apoiada é alimentada por uma derivação da Adutora ETA Principal – R7, com DN 800 (que segue para o R10) em paralelo a uma tubulação DN 600 mm. Salienta-se que a mesma derivação que alimenta o R17 também alimenta a ZA 70, que possui distribuição em marcha.

A **Figura 1.176** apresenta a configuração atual do setor. Como mostra a figura, o reservatório apoiado abastece por gravidade a ZA-60 e, por meio da EEAT, as ZA 61 e 71. Conforme informado pela equipe da Gerência Operacional da UMJ (2024), o reservatório elevado atualmente opera apenas como reservatório de compensação. A Estação Elevatória dispõe de 3 conjuntos motobomba, com potência de 60 cv cada, operando em regime de 2+1. De acordo com a Embasa (2025), durante uma parte do dia utiliza-se um *by-pass* da EEAT, operando com a carga hidráulica da adutora principal.

Na condição existente à época do PARMS 2016, a reservação do Setor R17 apresentava-se compatível (não foram constatados déficits). Contudo, foi proposto no estudo a integração da ZA 70 ao setor, e com isso seria necessária a ampliação da capacidade de reservação. Segundo o PARMS 2016, foi identificada a necessidade de uma câmara de 2.800 m³, para atendimento das demandas no período de 2015 a 2040. O **Quadro 1.71** apresenta a setorização proposta.

Quadro 1.71 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R17

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R17	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	Pirajá, Conj. Pirajá; Conj. Vista da Bahia, Cond. Portal de Pirajá, Cond. Alto de Pirajá
	ZA 71	Marechal Rondon, Campinas de Pirajá, Loteamento Profilurb
R17T	ZA 61	Pirajá, Conj. Pirajá; Conj. Vista da Bahia, Cond. Portal de Pirajá, Cond. Alto de Pirajá
	ZA 71	Marechal Rondon, Campinas de Pirajá, Loteamento Profilurb

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

No PARMS 2016, foi informado que existia um projeto da Embasa com previsão de ampliação de mais uma câmara apoiada igual à existente, o que se traduz em volume adicional de 7.616 m³ para o Parque de Reservação, que, no entanto, excede o volume de reservação necessário.

De acordo com a equipe da Gerência Operacional da UMJ (2024), não existe previsão de ampliação desse setor, e está sendo avaliada a possibilidade de integração da ZA 70 ao Setor R10.

A **Figura 1.177** mostra a área de abrangência do Setor R17, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Conforme pode ser observado, principalmente na ZA 61, predominam pontos mais altos. A figura ilustra também a localização dos pontos críticos existentes no setor, em virtude de baixa pressão na rede, ou seja, pontos nos quais a pressão na rede é inferior a 10 mca. Como mostra o **Quadro 1.72**, existe um ponto crítico no setor, localizado na ZA 61, na cota 100. De acordo com a Embasa (2024), existia ainda um ponto

crítico na Rua Joel Lopes (Marechel Rondon), onde as intervenções necessárias foram executadas e a situação resolvida .

Quadro 1.72 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R17

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua 08 de Novembro	Pirajá/Marechal Rondon	61	100

Fonte: Embasa (2024).

Cabe destacar que esses pontos são apontados pela Embasa como pendente ou em execução. Outros pontos críticos sinalizados pela Embasa com intervenções executadas nesse setor foram: Alto da Boa Vista do Lobato (95 m), Ladeira da Mangueira - Boa Vista de São Caetano (70 m), Rua Tranquilino Mendes (80 m) e Conjunto Pirajá I (105 m).

A **Figura 1.178** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R17, e a **Tabela 1.33** apresenta a extensão das redes por material e por Zona de Abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 140 km de rede, sendo aproximadamente 78% em PVC.

Tabela 1.33 - Extensão da rede de distribuição do Setor R17

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)						
	FºFº	PEAD	PVC	PVC DEFºFº	PVC PBA	PVC Vinilfer	Total
60	3.606,31	486,57	36.095,20	3.488,82		291,75	43.968,65
61	16.442,00	3.518,22	39.412,26	3.296,78	591,38		63.260,64
71	5.748,61	685,61	25.661,76	582,89	302,35		32.981,22
Total	**25.796,92**	**4.690,40**	**101.169,22**	**7.368,49**	**893,73**	**291,75**	**140.210,51**
% Rede	**18,40%**	**3,35%**	**72,16%**	**5,26%**	**0,64%**	**0,21%**	**100,00%**

Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, e ampliação de ligações domiciliares. De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 1.833 m de linhas tronco e 8.767 m de rede no Setor, além da expansão de 2.520 ligações domiciliares.

Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

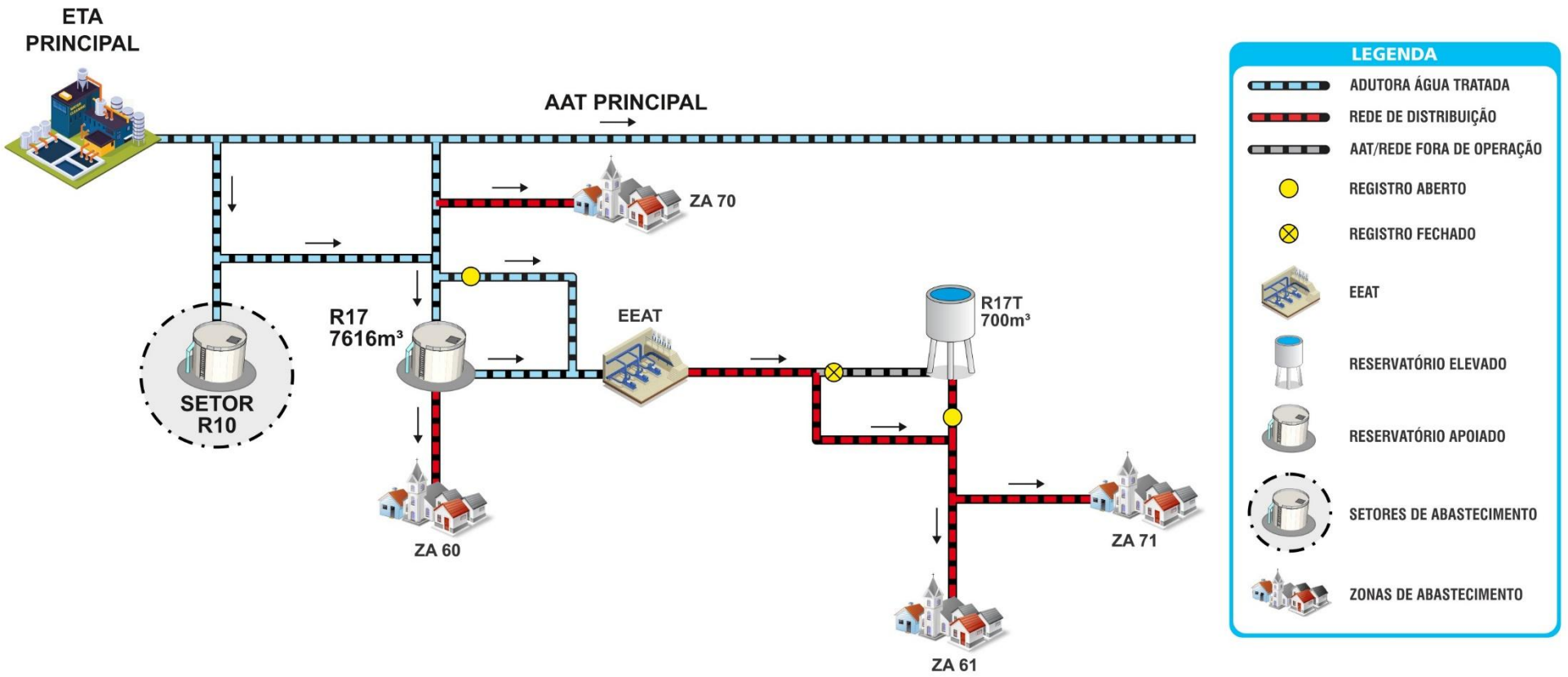


Figura 1.176 - Croqui esquemático do Setor R17
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

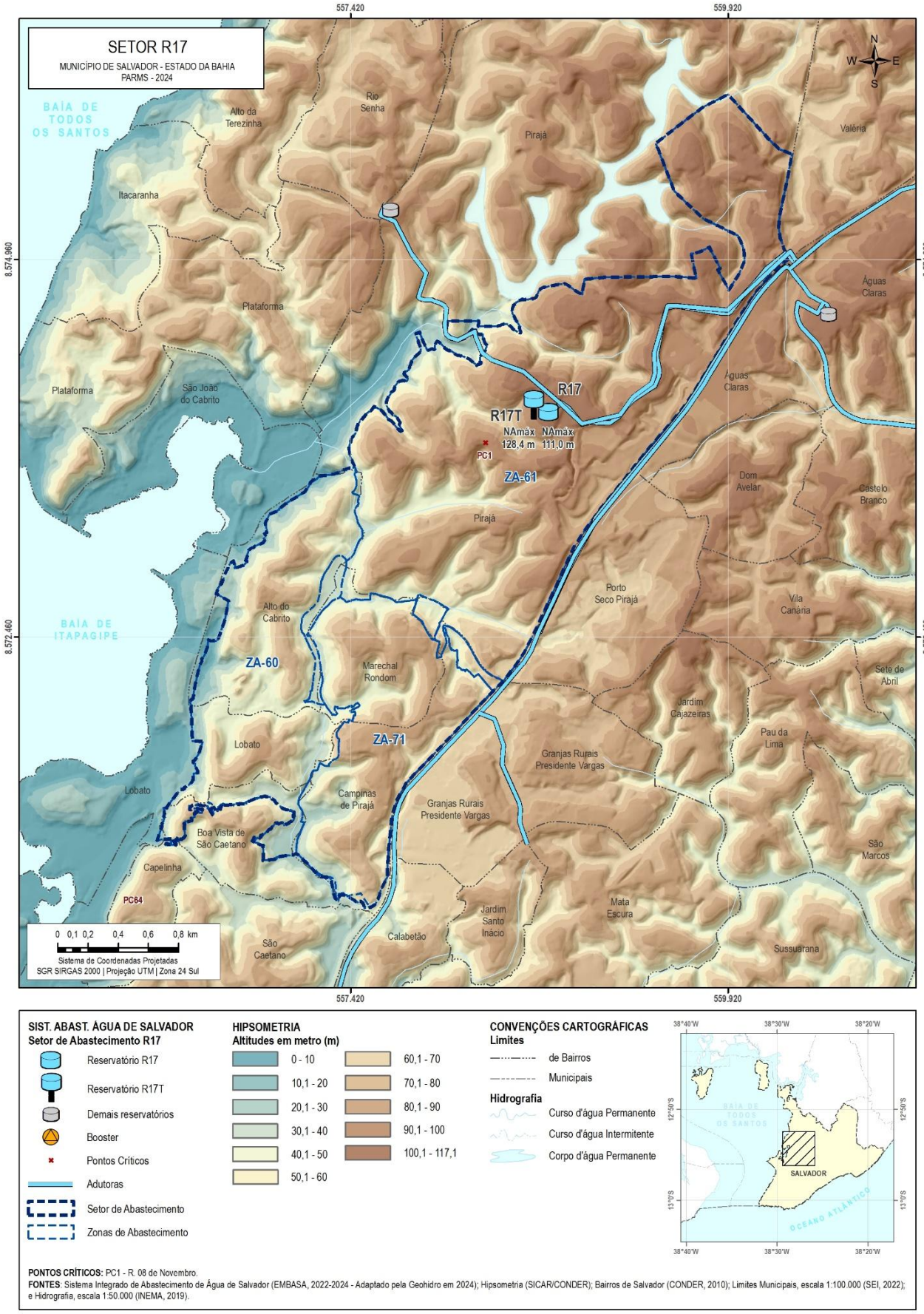


Figura 1.177 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R17
Fonte: GEOHIDRO (2024).

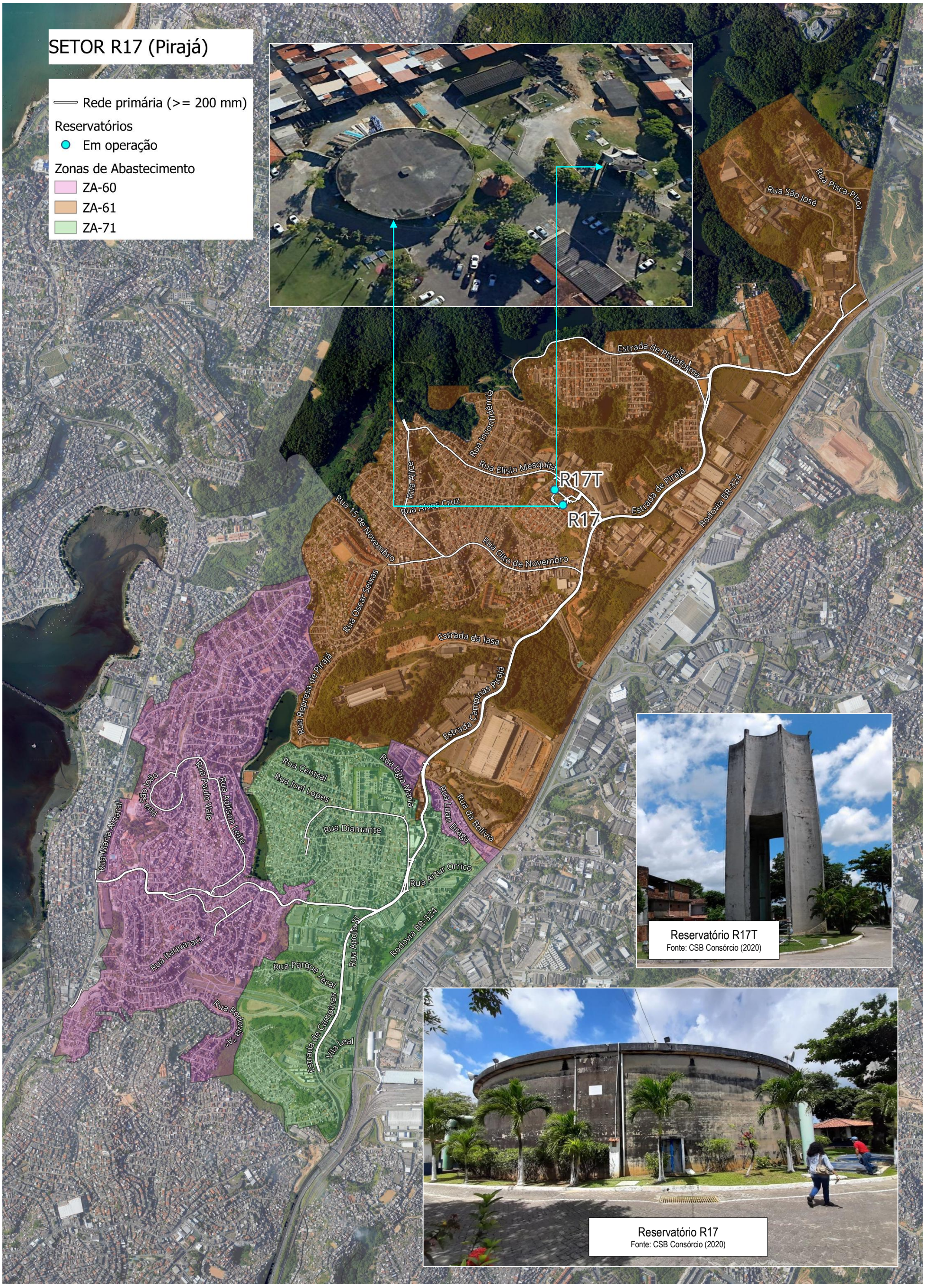


Figura 1.178 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R17
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2021).

1.7.4.5 Setor R18 (Valéria)

O Parque de Reservação R18 está situado na rua Boca da Mata, no extenso e populoso bairro de Valéria, contemplando um Reservatório Apoiado de 8.700 m³, um Reservatório Elevado de 500 m³ e uma Estação Elevatória.

O atendimento do Setor R18 é efetuado por meio de derivação na Adutora Principal, com DN 1.200, que alimenta o Reservatório Apoiado, constituindo o maior diâmetro, entre as derivações da citada adutora, em razão da pouca disponibilidade de carga hidráulica entre o ponto de derivação e a cota de entrada do fluxo de água no Reservatório Apoiado R18.

Antes da implantação do Parque de Reservação R18, a Rede Distribuidora desse Setor era atendida por Linha Tronco, com DN 500, proveniente da ETA Suburbana (desativada), situada à margem da BR-324, no lado oposto ao bairro de Valéria, e distante cerca de 2 Km do acesso a este bairro. Com a implantação da Adutora Principal e da derivação para o Reservatório R18, o abastecimento da Zona Baixa de Valéria ficou equacionado quanto à concepção de atendimento. Entretanto, permaneceu na dependência de maior disponibilidade de vazão proveniente da Adutora Principal.

Para abastecimento da Zona Alta de Valéria, foi implantado um Reservatório Elevado de 500 m³, alimentado por Estação Elevatória com tomada de água no Reservatório Apoiado. Entretanto, esta solução se mostrou inadequada devido à insuficiência de vazão a partir do Reservatório Apoiado. Em consequência, a Estação Elevatória e o Reservatório Elevado foram desativados, tendo sido providenciado, em caráter provisório, o retorno à operação da Linha Tronco a partir da ETA Suburbana, condição que permanece até o momento. Por meio de manobras de registros dentro da área da ETA Suburbana (desativada), o abastecimento da zona alta se processa via alimentação direta da adutora principal. O aproveitamento do Reservatório Elevado existente depende de ampliação da Adutora Principal, que possibilitaria aumentar a oferta de água ao Setor R18. De acordo com a Embasa (2025), o RED necessita de recuperação estrutural/impermeabilização, e a EEAT Setorial, os CMB e a subestação deverão ser ampliadas. A Embasa possui projeto hidráulico básico da nova EEAT elaborado por equipe própria.

Do reservatório R18 partem duas Linhas Tronco com DN 800 e DN 700, que possuem caminhamento similar até a BA 528. A partir desse ponto, a LT DN 700 se divide em duas LT DN 500 mm, e segue até os Setores R12 e R13. A LT DN 800 segue pela BA 528 em direção a São Tomé de Paripe, reduzindo gradativamente o diâmetro até o DN 300.

Atualmente, o Setor R18 atende as seguintes zonas e bairros:

- **ZA 58**: Moradas da Lagoa e Valéria (Nova Brasília);
- **ZA 59**: Periperi (Parte de Colinas de Periperi, Paraguari I e II e Hospital do Subúrbio);
- **ZA 67**: Paripe (parte), São Tomé (parte), Fazenda Coutos (parte), Vila Naval de Aratu (SF), Ilha de São João (SF);
- **ZA 68:** Fazenda Coutos (parte), Coutos (parte), Periperi (parte), Nova Constituinte (parte), Vista Alegre;
- **ZA 74:** Paripe (parte), São Tomé (parte), Fazenda Coutos (parte), Coutos (parte);
- **ZA 78**: Fazenda Coutos (parte), Paripe (parte);
- **ZA 75** (Setor R12): Nova Constituinte (parte), Periperi (parte), Praia Grande (parte), Alto da Terezinha (parte) e Coutos (parte).

Ressalta-se que a ZA 74 era atendida originalmente pelo Setor R13, no entanto esse reservatório está desativado, sem proposta de reativação. Atualmente a ZA 74 é controlada por duas VRP em série.

Os níveis de água operacionais da reservação deste setor podem ser vistos no **Quadro 1.73** seguinte.

Quadro 1.73 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R18

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R18	Valéria	UMJ (Pirajá)	110,00	118,00	8,00
R18T	Valéria	UMJ (Pirajá)	126,30	134,60	8,30

Fonte: Embasa (2023e).

A **Figura 1.179** apresenta a configuração atual do setor.

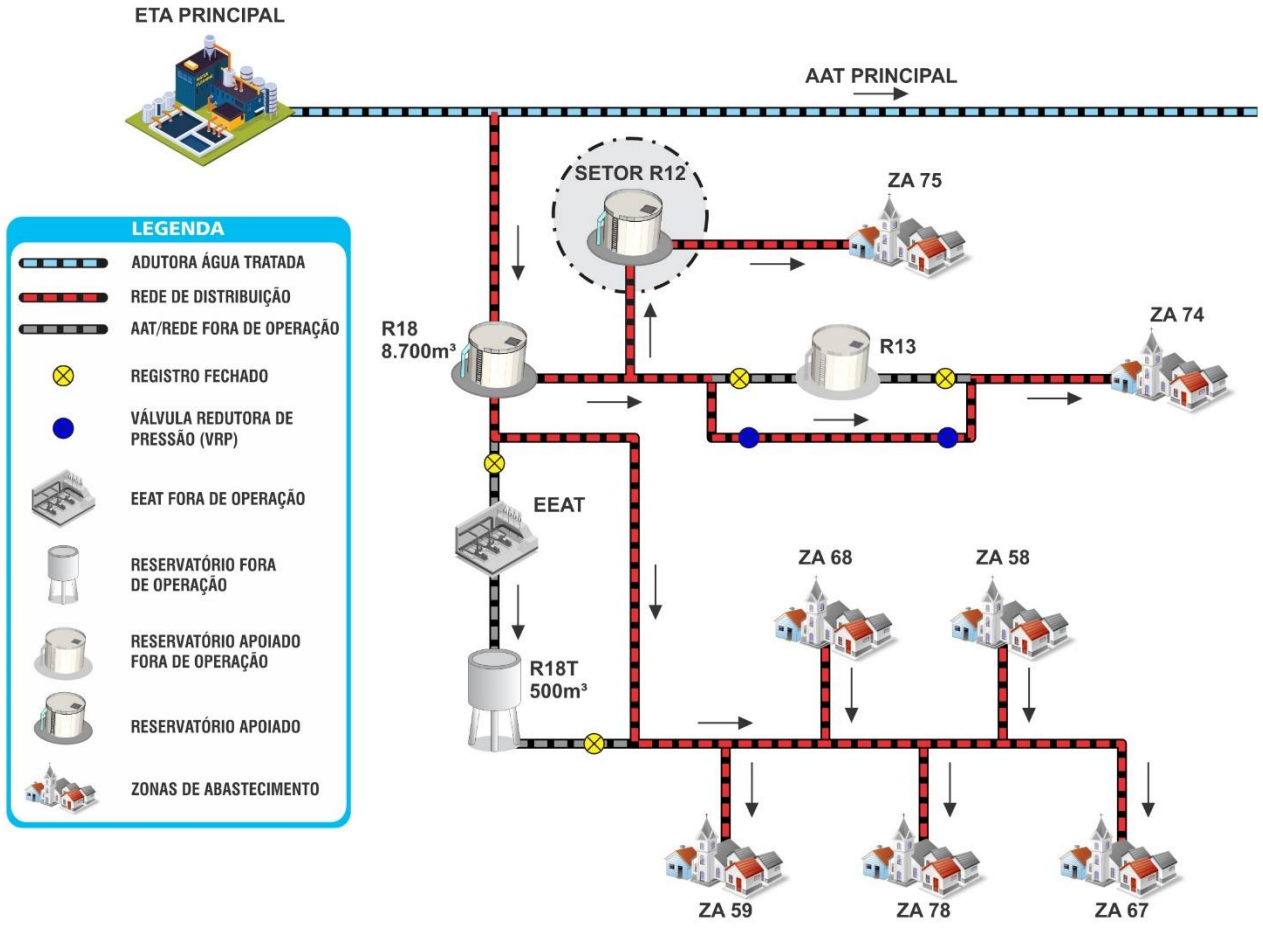


Figura 1.179 - Croqui esquemático do Setor R18
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

A **Figura 1.180** mostra a área de abrangência do Setor R18, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Como mostra o **Quadro 1.74**, existe um ponto crítico no Setor, localizado na cota 85 m. Além deste, existia um ponto no bairro Coutos, na ZA 68, que já foi solucionado, conforme informações da Embasa.

Quadro 1.74 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R18

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua Humberto Silva	Paripe	67	85

Fonte: Embasa (2024).

Na **Figura 1.180**, é possível observar ainda a existência de um *booster*, denominado Vivendas do Mar, com potência de 5 cv e vazão nominal de 4 L/s, localizado na Rua Alto Bela Vista, Bairro São Tomé de Paripe, na ZA 67.

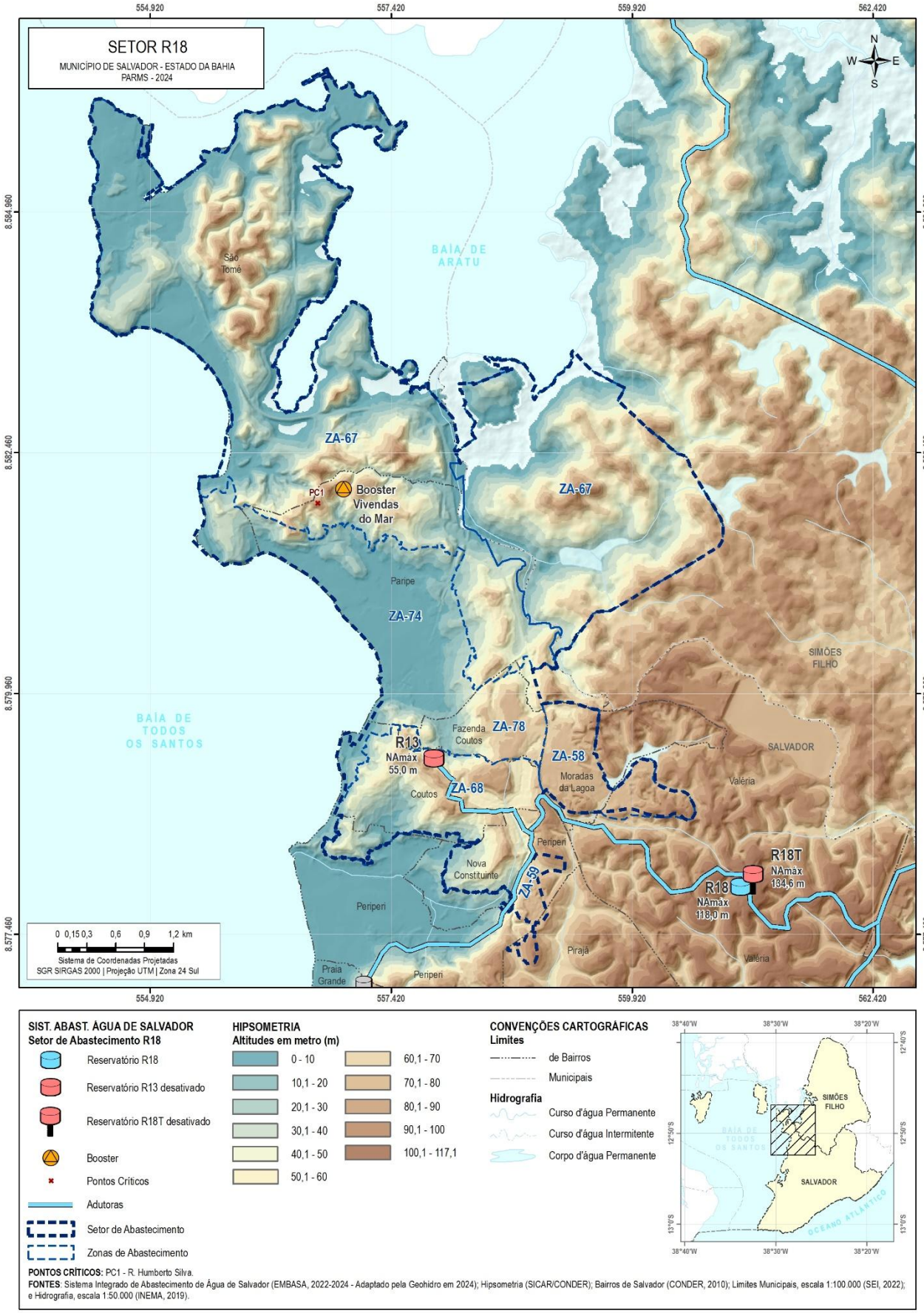


Figura 1.180 - Área de Abrangência e Pontos Críticos do Setor R18
Fonte: GEOHIDRO (2024).

A **Figura 1.181** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R18, e a **Tabela 1.34** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 262 km de rede, sendo aproximadamente 83% em PVC.

Tabela 1.34 - Extensão da rede de distribuição do Setor R18

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)						
	FºFº	PEAD	PVC	PVC DeFºFº	PVC PBA	PVC Vinilfer	Total
58	1.637,85		19.594,64	836,52			22.069,01
59	539,55	2.201,10	2.174,74	670,53		12,88	5.598,80
67	9.848,22	8.758,03	58.736,25	9.683,00	1.036,33	367,05	88.428,88
68	6.802,39	801,8	43.878,98	3.876,92	674,77		56.034,86
74	5.522,53	7.261,73	45.364,40	5.990,30	6,64		64.145,60
78	556,04		22.174,80	2.664,39			25.395,23
Total	**24.906,58**	**19.022,66**	**191.923,81**	**23.721,66**	**1.717,74**	**379,93**	**261.672,38**
%Rede	**9,52%**	**7,27%**	**73,35%**	**9,07%**	**0,66%**	**0,15%**	**100,00%**

Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

De acordo com o PARMS 2016, quando da conclusão das obras em curso de ampliação da Adutora Principal (ainda sem previsão), que contemplam a duplicação desta adutora, o Reservatório Elevado do Setor R18 deverá ser reativado, agregando ao Setor R18 as ZA 64, 65, 77, 81 e 83, hoje atendidas pela Adutora Principal. Salienta-se que as ZA 65, 81 e 83 situam-se do lado oposto da BR-324 em relação ao Parque de Reservação do Setor R18, pelo que deverão ser consideradas as obras de travessia necessárias ao projeto.

Ressalta-se que a delimitação das zonas na época da elaboração do PARMS 2016 era diferente ao zoneamento atual, visto que foi criada a ZA 58 a partir da subdivisão da ZA 64, e a ZA 59 a partir da subdivisão da ZA 69, sendo estas duas novas zonas incorporadas ao Parque de Reservação R18. A Embasa (2025) destacou que encontra-se em execução a subdivisão da ZA 67 em ZA 67 e ZA 86, de forma a equacionar o limite municipal entre Salvador e Simões Filho, respectivamente. O **Quadro 1.75** proposta de setorização do PARMS 2016.

Quadro 1.75 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R18

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R18	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
	ZA 78	Fazenda Coutos 1 a 4
R18T	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
	ZA 83	Santo Antônio Rio das Pedras

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

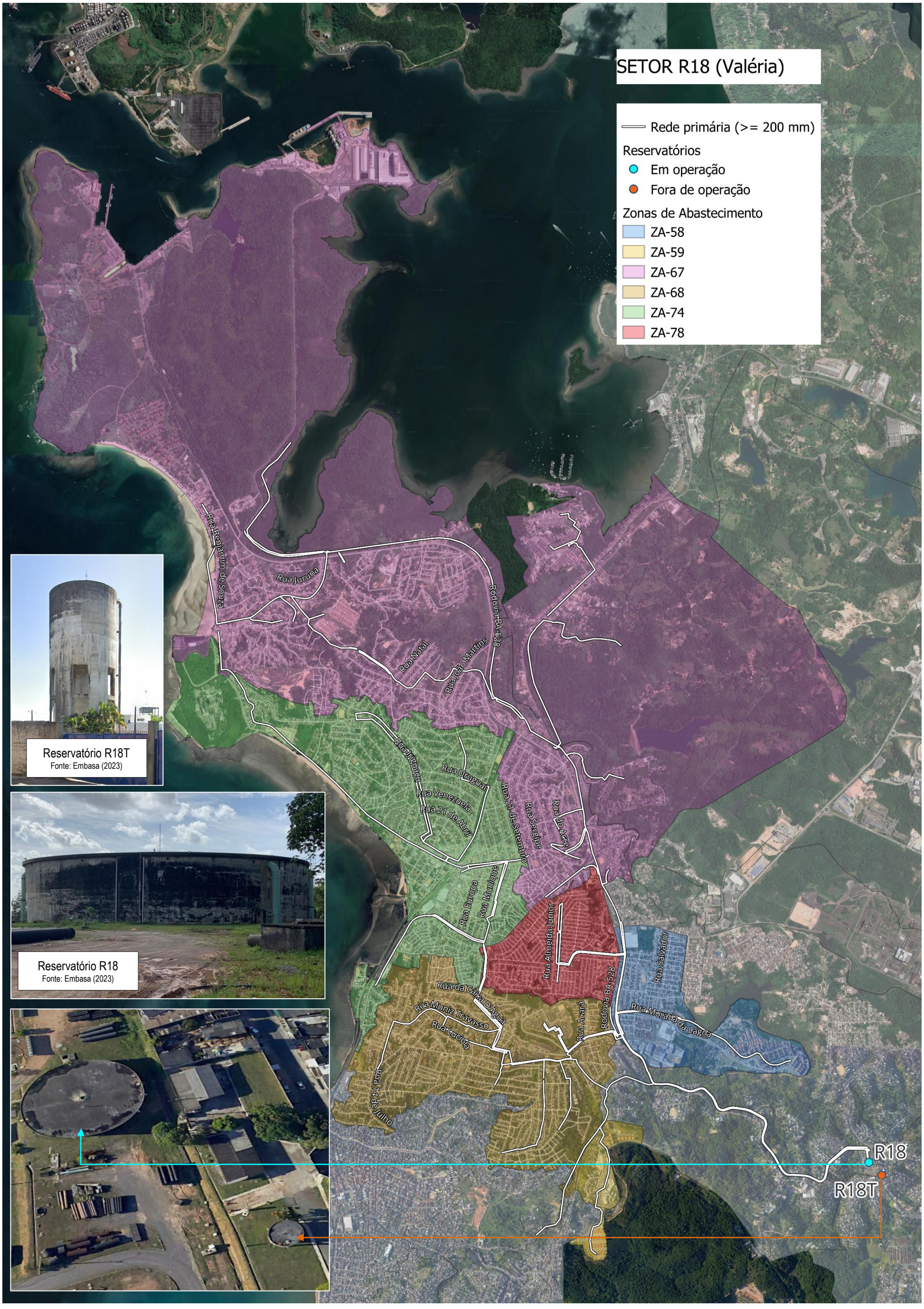


Figura 1.181 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R18
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

Considerando a setorização proposta, o PARMS 2016 verificou que o volume total de reservação era insuficiente para atendimento das zonas, visto que o volume representava cerca de 11% da demanda máxima diária do setor no período de 2015 a 2040. Foi proposta a ampliação da capacidade de reservação a partir da implantação de mais duas câmaras apoiadas de 8.700 m³ cada.

Conforme informado no PMSBI de Salvador (2023), a ampliação do setor (ampliação da reservação, reativação da EEAT e do R18T, e incorporação das zonas com distribuição em marcha) está em fase de estudo pela Embasa. De acordo com a equipe da Gerência Operacional da UMJ (2024), a área na qual foi prevista a construção das novas câmaras do R18 foi cedida para a Secretaria de Educação do Estado, sendo construída uma escola no local. Dessa forma, será necessário reavaliar a localização dos reservatórios propostos.

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, e ampliação de ligações domiciliares. De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, foram executadas a substituição/extensão de 2.242 m de linhas tronco e 14.636 m de rede no Setor, além da expansão de 6.095 ligações domiciliares.

Vale salientar que a Embasa licitou em 2021 e em 2022, o "Diagnóstico e Elaboração com Implementação de Projeto de Otimização Operacional e Melhoria de Gestão e Redução das Perdas de Água na Area de Influência do Reservatório R-18 de Valéria, integrante do Sistema de Abastecimento de Água da RMS", no entanto, a primeira licitação foi fracassada e a segunda foi revogada. De acordo com a Embasa (2025), encontra-se em andamento a elaboração de Licitação com esse mesmo objeto com previsão de lançamento do certame até dezembro de 2025.

A avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

1.7.4.6 Setor R21 (Simões Filho)

O Parque de Reservação R21 está situado em Simões Filho, nas proximidades da BA-093, a cerca de 1.700 m do seu entroncamento com a BR-324, nas imediações da antiga fábrica da Sibra.

O Setor R21 atende uma parte da sede municipal de Simões Filho e algumas localidades no entorno, abrangendo as seguintes zonas:

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

Além dessas zonas, o Setor R21 atualmente atende a localidade de Pitanga dos Palmares, por meio de um reservatório elevado de 150 m³. As intervenções para abastecimento da localidade foram executadas por meio do Contrato 460018589/2022 (1ª etapa das obras de ampliação do SIAA Simões Filho). Foi implantada uma adutora de água tratada de 11,6 km, partindo do Reservatório R21 até o RED da localidade, sendo aproximadamente 8,85 km de DN 200 e 2,75 km de DN 100.

Os níveis de água operacionais do reservatório R21 podem ser vistos no **Quadro 1.76** seguinte.

Quadro 1.76 - Níveis Operacionais dos Reservatórios do Setor R21

Código do Setor	Localização	Unidade Regional	Cota (m)		Altura Útil (m)
			Fundo	Máxima	
R21	Simões Filho (2 câmaras[1])	UMJ (Pirajá)	102,00	110,00	8,00

Nota: [1] Câmaras baixa e alta.

Fonte: Embasa (2023e).

O reservatório apresenta concepção diferenciada dos padrões usuais da Embasa. Trata-se de um reservatório cilíndrico, em concreto armado, que tem na parte superior interna um anel do mesmo material, em todo o perímetro, como se fosse um Reservatório Elevado dentro do Reservatório Baixo. Em operação regular, a adução chega ao Reservatório diretamente na parte em anel, que então procede ao atendimento de restrita área em cota elevada circundante ao Reservatório, com a água de extravasamento do anel alimentando a câmara apoiada, que por sua vez, é responsável pelo abastecimento de extensa área de influência, constituindo a Zona Topográfica Baixa do Setor. Os volumes úteis de água são de 7.222 m³ na câmara apoiada e de 1.478 m³ no anel (câmara elevada). A alimentação do reservatório é feita por derivação da Adutora Principal, com DN 500 m.

Para garantia da alimentação ininterrupta do compartimento inferior, o barrilete de saída para a Zona Alta dispõe de válvula de controle de vazão, que, se necessário, pode ser acionada, reduzindo-se o fluxo de água para a Zona Alta e, consequentemente, induzindo-se o aumento da vazão de extravasamento para o compartimento inferior que abastece a Zona Baixa. Conforme informações da UMJ, encontra-se em andamento a confecção do cadastro comercial, visando a criação da ZA 87, área abastecida pelo R21T, subdivisão da ZA 85 (EMBASA, 2025).

A **Figura 1.182** apresenta a configuração atual do setor.

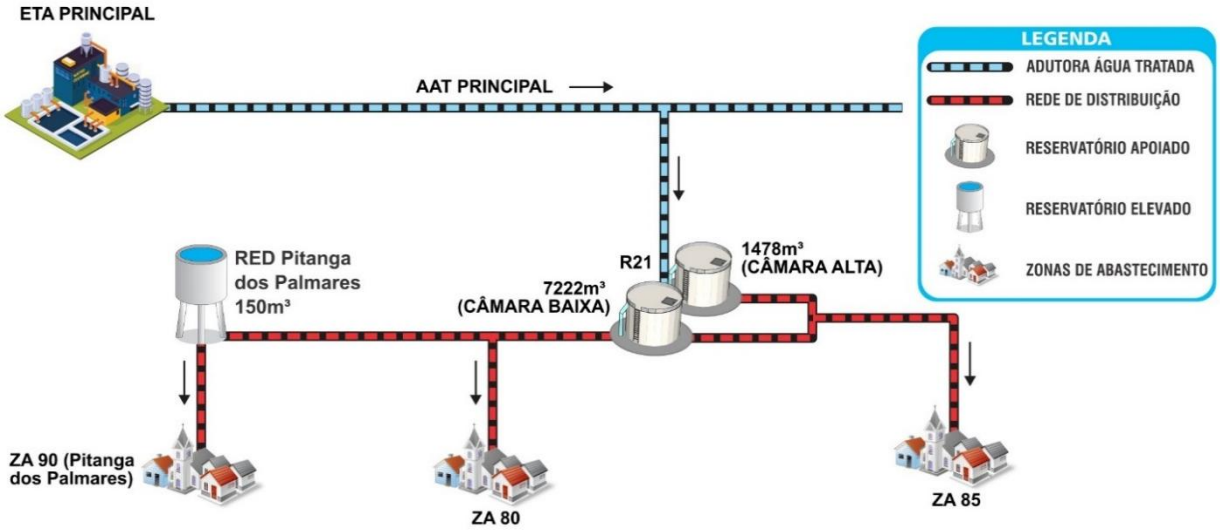


Figura 1.182 - Croqui esquemático do Setor R21
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

A **Figura 1.183** mostra a área de abrangência do Setor R21, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Conforme pode ser observado, no setor predominam pontos com cota até 40,0 m. A figura ilustra também a localização dos pontos críticos existentes no setor, em virtude de baixa pressão na rede, ou seja, pontos nos quais a pressão na rede é inferior a 10 mca. Como mostra o **Quadro 1.77** existem dois pontos críticos na parte alta da ZA 85, atendida pela câmara alta do R21.

Quadro 1.77 - Pontos críticos de distribuição de água no Setor R21

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua Boa Vista	Alto do Eucalipto	85	95
PC2	Estrada Marechal Rondon	Tiro Seguro	85	81

Fonte: Embasa (2024).

Cabe destacar que esses pontos são sinzalidos pela Embasa como pendentes ou em execução. Outros pontos críticos mencionados nesse Setor, mas que já tiveram intervenções executadas, foram: Big Auréa – Simões Filho I (60 m), Quadras 6 e 8 – CIA I (102 m), Residencial Bela Vista II (90 m), Amor Divino (85 m) e Conjunto CEASA (90 m).

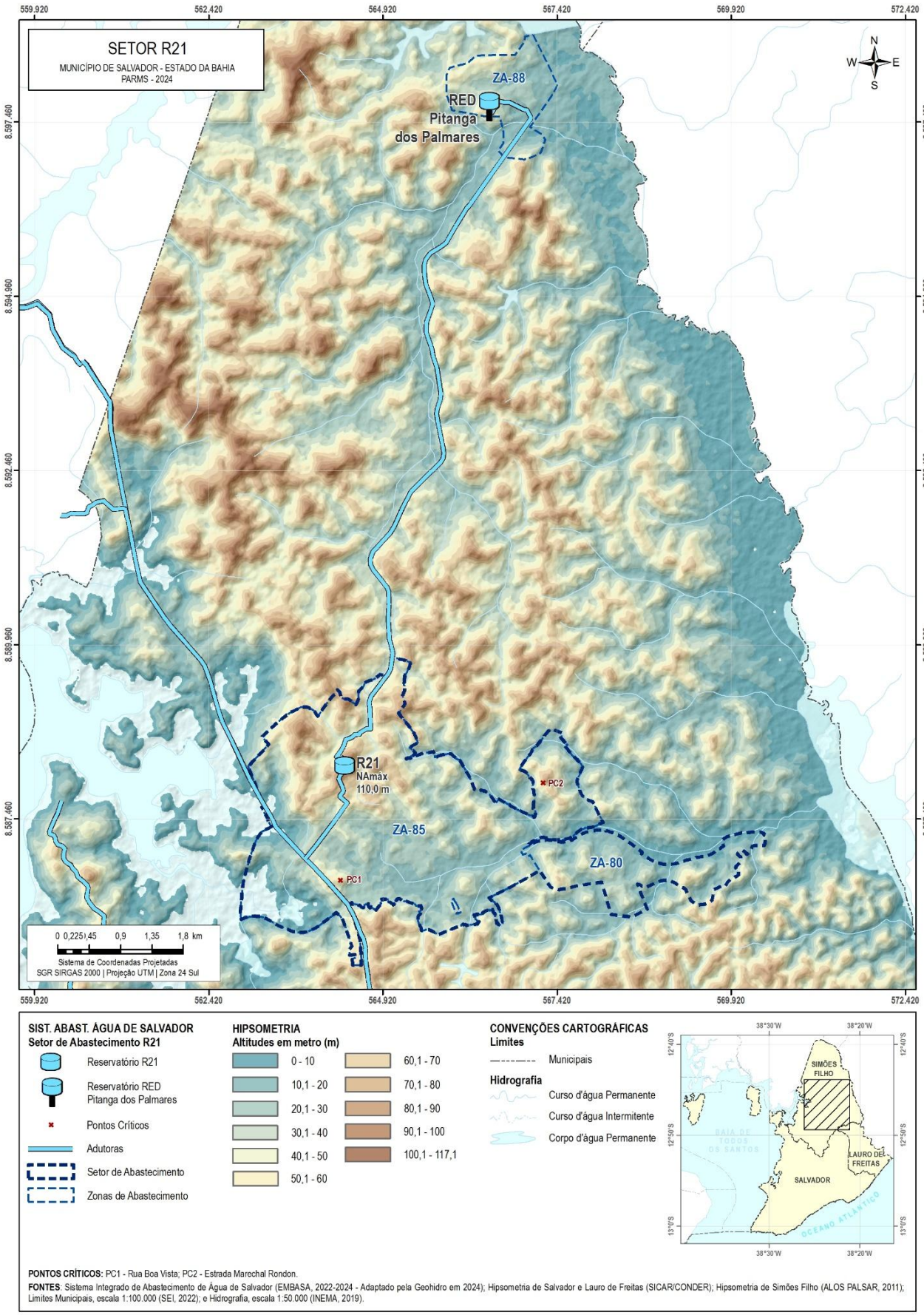


Figura 1.183 - Área de Abrangência Atual do Setor R21
Fonte: GEOHIDRO (2024).

A **Figura 1.184** apresenta a disposição da rede de distribuição no Setor R21, e a **Tabela 1.35** apresenta a extensão das redes por material e por Zona de Abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 133 km de rede, sendo 78% em PVC.

Tabela 1.35 - Extensão da rede de distribuição do Setor R21

Zona de Abastecimento	Extensão de rede (m)						
	Material						Total
	Aço	FºFº	PEAD	PVC	PVC DEFºFº	PVC PBA	
80		4.968,52		22.312,50	1.009,63		28.290,66
85	202,85	13.965,08	9.499,27	74.182,90	6.735,05	215,44	104.800,59
Setor 21	**202,85**	**18.933,60**	**9.499,27**	**96.495,40**	**7.744,68**	**215,44**	**133.091,25**
% Rede	**0,15%**	**14,23%**	**7,14%**	**72,50%**	**5,82%**	**0,16%**	-

Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

Vale destacar que o cadastro de redes fornecido pela Embasa até o momento não contemplava as redes de distribuição da localidade de Pitanga dos Palmares, contudo, conforme o Projeto Básico de Licitação da 1ª etapa das obras de ampliação do SIAA Simões Filho, a obra contemplaria a implantação de aproximadamente 5.100 metros de extensão com diâmetros de 50, 75 e 100 mm.

No PARMS 2016, foi proposta a ampliação desse setor, com a construção de um novo Parque de Reservação, o R21B. Com a ampliação, o setor passaria a contemplar as seguintes áreas apresentadas no **Quadro 1.78**.

Quadro 1.78 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para o Setor R21

Reservatórios	Zonas de abastecimento	Localidades atendidas
R21A	ZA 80	Simões Filho (parte), Góes Calmon;
	ZA 85	Simões Filho (centro), Lot. Luis Eduardo, Lot. Engenho Novo, Lot. Cristo Rei, Jd. Renatão, Pau da Rola.
R21 B (elevado)	ZA 82	Pitanguinhas, CIA-I, CIA-II, Via Universitária, Coroa da Lagoa;
	ZA 84	Mapele e Cotegipe

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016).

Nessa configuração, os estudos realizados no PARMS 2016 indicaram que o reservatório existente tem capacidade suficiente para armazenar o volume mínimo requerido de 1/4 da Demanda Máxima Diária das ZA 80 e 85 durante o período de alcance do plano.

Para o Setor R21B, foi proposta a implantação de um reservatório apoiado com capacidade de 5.000 m³, um reservatório elevado de 500 m³ e uma estação elevatória setorial, atendendo assim a demanda das ZA 82 e 84 com limites de 1/4 a 1/3 da Demanda Máxima Diária.

Ainda segundo o PARMS 2016, a partir da verificação hidráulica do sistema de distribuição, foi proposto o reforço das linhas tronco, ampliação/substituição de rede de distribuição secundária, e ampliação de ligações domiciliares.

De acordo com a Embasa (2024), no período de 2016 a 2023, em Simões Filho foram executadas a substituição/extensão de 11.430 m de linhas tronco e 34.170 m de rede no Setor, além da expansão de 6.457 ligações domiciliares. Vale destacar que a avaliação da capacidade de reservação e a verificação hidráulica do sistema de distribuição, com base nas demandas da população no horizonte de planejamento 2023-2048, serão apresentadas no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade (FASE 2, Tomo III) do PARMS 2023.

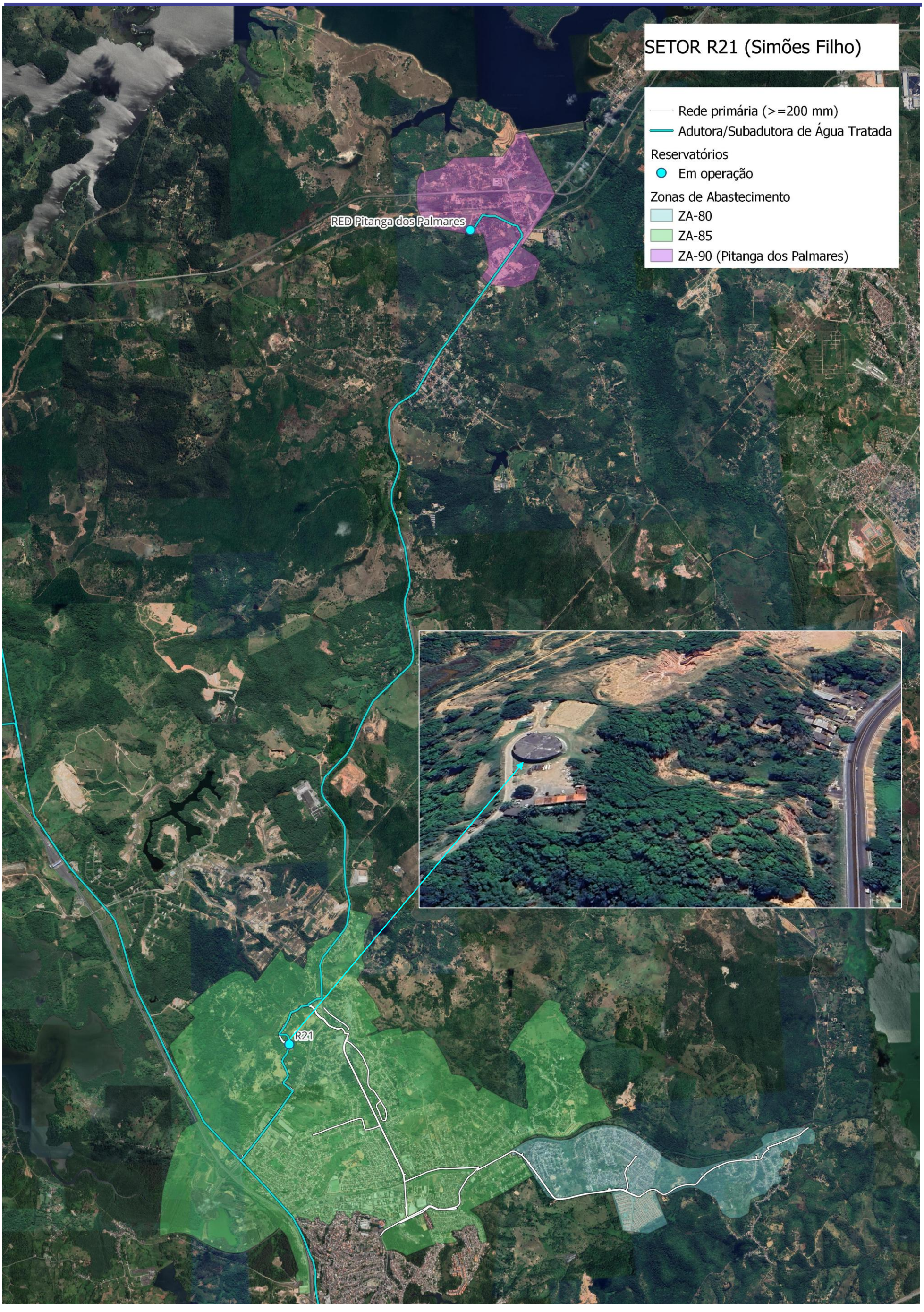


Figura 1.184 - Área de abrangência e Rede de Distribuição do Setor R21
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024), Google Earth (2025).

Em 2014 foi elaborado o Projeto Executivo de Ampliação do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Simões Filho, pela empresa Beck de Souza Engenharia Ltda, contratada pela Embasa. Nesse projeto, o abastecimento de água da sede municipal de Simões Filho foi dividido em 5 (cinco) zonas:

- ZA 01: localizada no norte da sede de Simões Filho, corresponde a parte baixa da sede, onde encontra-se localizado o Parque de Reservação atual R21.
- ZA 02: área adjacente a ZA 01, é caracterizada por atender a região mais alta de Simões Filho. Também atendida pelo R21, no projeto foi proposto, um *booster* entre os limites da ZA 01 e ZA 02, para imprimir pressão a grande parte da rede de distribuição da ZA 02.
- ZA 03: localizada ao lado direito da BR-324, foi projetada para ser atendida por um novo Parque de Reservação, com uma câmara apoiada (3.000 m³) e uma elevada (500 m³), para abastecimento da localidade de Pitanguinha e do empreendimento Cia I (Cia Residência);
- ZA 04: zona mais ao sul da cidade, que deveria atender uma vasta área de baixo adensamento residencial. Juntamente com a ZA 05, essa zona seria atendida a partir do reservatório elevado da ETA Suburbana, que deverá passar por reforma para possibilitar sua utilização e ativar a sua capacidade ociosa. Destaca-se que o projeto citado não teve como escopo a análise estrutural deste reservatório para atestar a sua viabilidade de recuperação, sendo sua recuperação baseada em critérios mais sociais do que técnico-econômico.
- ZA 05: limítrofe à ZA 04, é a menor zona de abastecimento de Simões Filho, a ser atendida pelo reservatório elevado da ETA Suburbana.

Além da sede municipal, o projeto contemplou algumas localidades adjacentes, sendo suas concepções:

- Góes Calmon: localizada a leste da sede municipal, após o limite da ZA 01, deverá ser abastecida pelo R21, sendo projetada uma adutora de água tratada com DN 200 e aproximadamente 12 km, além da instalação de um *booster* para atendimento da área mais alta.
- Palmares e Pitanga dos Palmares: localizadas a norte da sede municipal, com acesso pela BA 093, deverão ser atendidas também pelo R21, sendo projetada uma AAT de DN 200 e aproximadamente 8.825 m até a entrada da comunidade de Palmares, um reservatório apoiado com 50 m³ para essa comunidade, e um reservatório de 150 m³ para a comunidade de Pitanga dos Palmares.
- Mapele, Santa Luzia e Cotegipe: foi considerada a implantação de três Parques de Reservação localizados em pontos estratégicos de cada uma das três comunidades. Para alimentação destes Parques de Reservação, foi projetada uma adutora DN 250 mm, saindo do barrilete do Reservatório R21.
- Palestina e Bico Doce: juntamente com as ZA 04 e ZA 05, para estas comunidades foi proposto o atendimento pelo reservatório elevado da ETA Suburbana.

A planta geral do sistema proposto é apresentada nas figuras a seguir (**Figura 1.185**, **Figura 1.186** e **Figura 1.187**).

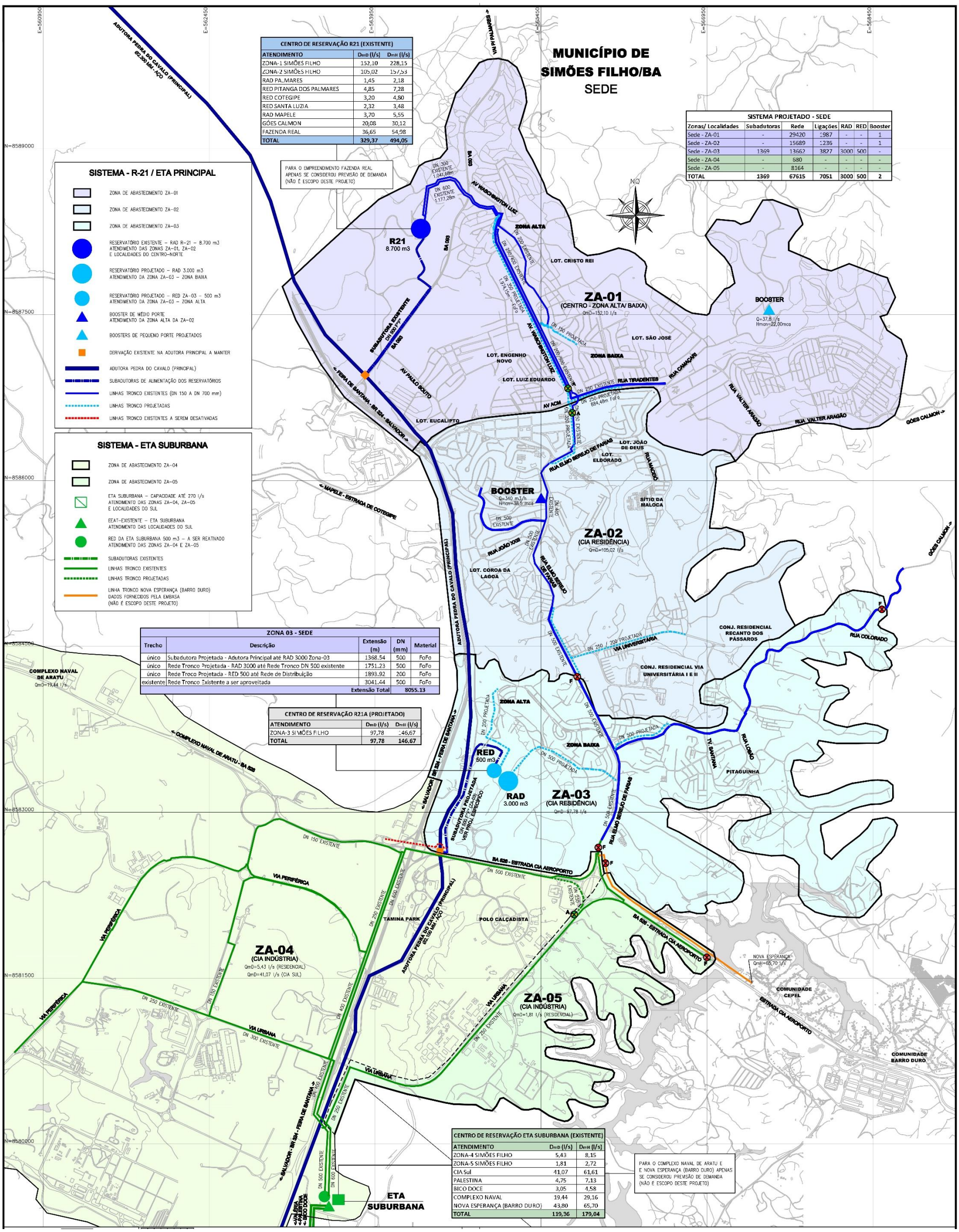
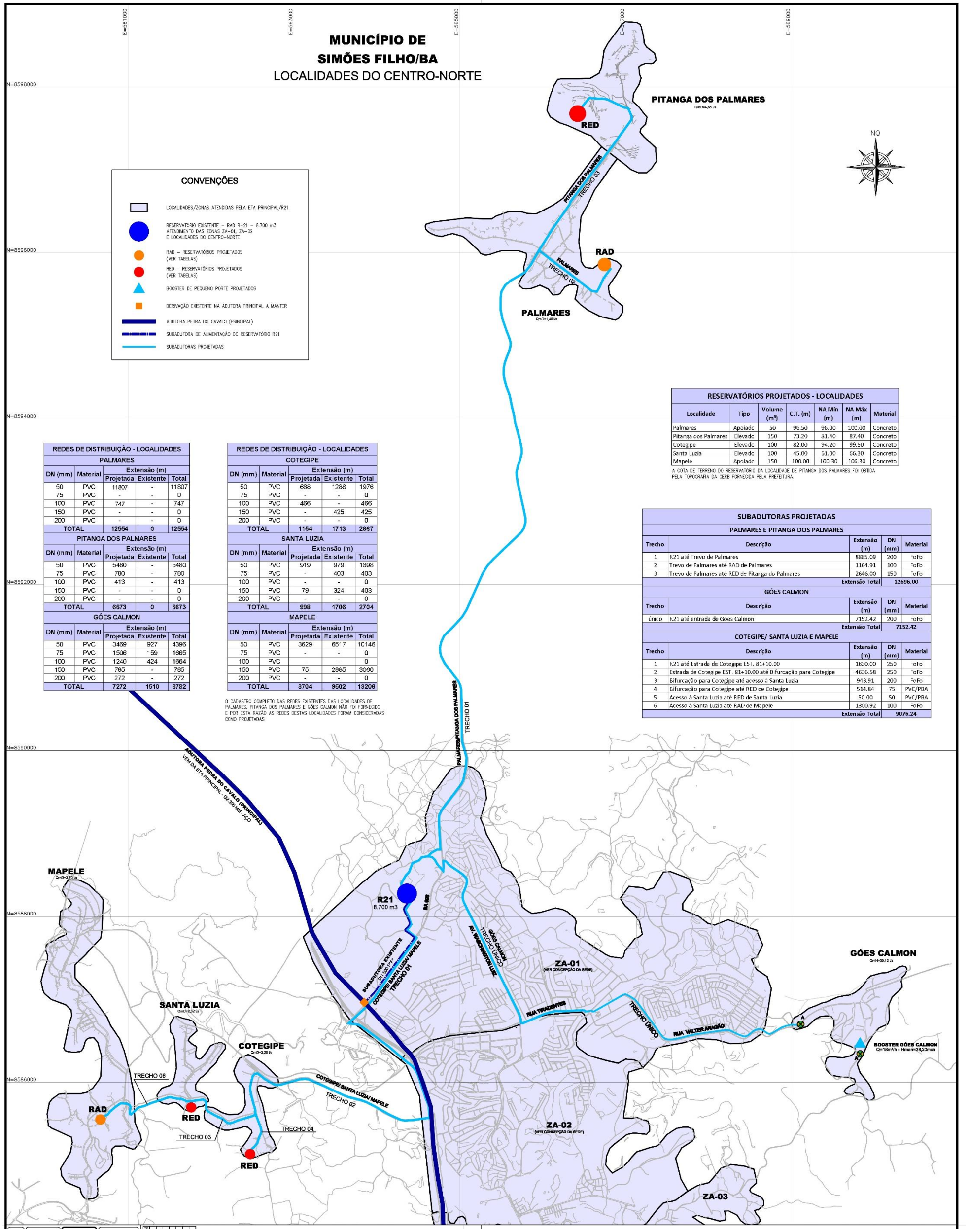


Figura 1.185 - Planta geral do sistema proposto para atendimento de Simões Filho (Sede)

Fonte: Embasa (2014c).



RESERVATÓRIOS PROJETADOS - LOCALIDADES						
Localidade	Tipo	Volume (m³)	C.T. (m)	NA Mín (m)	NA Máx (m)	Material
Palmares	Apoiadc	50	96.50	96.00	100.00	Concreto
Pitanga dos Palmares	Elevado	150	73.20	81.40	87.40	Concreto
Cotegipe	Elevado	100	82.00	94.20	99.50	Concreto
Santa Luzia	Elevado	100	45.00	61.00	66.30	Concreto
Mapele	Apoiadc	150	100.00	100.30	106.30	Concreto

A COTA DE TERRENO DO RESERVATÓRIO DA LOCALIDADE DE PITANGA DOS PALMARES FOI OBTIDA PELA TOPOGRAFIA DA CERB FORNECIDA PELA PREFEITURA.

REDES DE DISTRIBUIÇÃO - LOCALIDADES				
PALMARES				
DN (mm)	Material	Extensão (m)		
		Projetada	Existente	Total
50	PVC	11807	-	11807
75	PVC	-	-	0
100	PVC	747	-	747
150	PVC	-	-	0
200	PVC	-	-	0
TOTAL		12554	0	12554
PITANGA DOS PALMARES				
DN (mm)	Material	Extensão (m)		
		Projetada	Existente	Total
50	PVC	5480	-	5480
75	PVC	780	-	780
100	PVC	413	-	413
150	PVC	-	-	0
200	PVC	-	-	0
TOTAL		6673	0	6673
GÓES CALMON				
DN (mm)	Material	Extensão (m)		
		Projetada	Existente	Total
50	PVC	3469	927	4396
75	PVC	1506	159	1665
100	PVC	1240	424	1664
150	PVC	785	-	785
200	PVC	272	-	272
TOTAL		7272	1510	8782

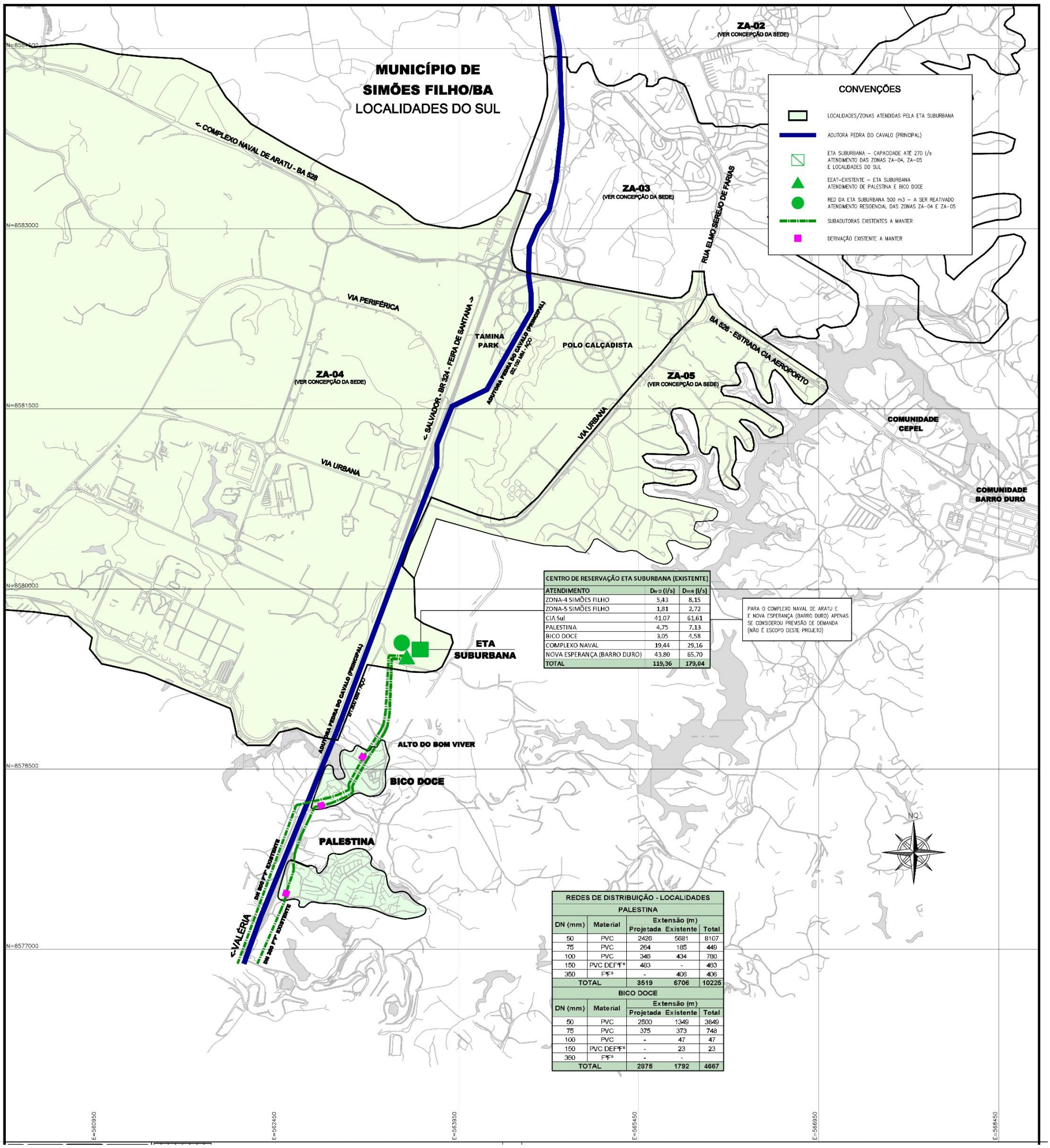
REDES DE DISTRIBUIÇÃO - LOCALIDADES				
COTEGIPE				
DN (mm)	Material	Extensão (m)		
		Projetada	Existente	Total
50	PVC	688	1288	1976
75	PVC	-	-	0
100	PVC	466	-	466
150	PVC	-	425	425
200	PVC	-	-	0
TOTAL		1154	1713	2867
SANTA LUZIA				
DN (mm)	Material	Extensão (m)		
		Projetada	Existente	Total
50	PVC	919	979	1898
75	PVC	-	403	403
100	PVC	-	-	0
150	PVC	79	324	403
200	PVC	-	-	0
TOTAL		998	1706	2704
MAPELE				
DN (mm)	Material	Extensão (m)		
		Projetada	Existente	Total
50	PVC	3629	6517	10146
75	PVC	-	-	0
100	PVC	-	-	0
150	PVC	75	2985	3060
200	PVC	-	-	0
TOTAL		3704	9502	13206

O CADASTRO COMPLETO DAS REDES EXISTENTES DAS LOCALIDADES DE PALMARES, PITANGA DOS PALMARES E GÓES CALMON NÃO FOI FORNECIDO E POR ESTA RAZÃO AS REDES DESTAS LOCALIDADES FORAM CONSIDERADAS COMO PROJETADAS.

SUBADUTORAS PROJETADAS				
PALMARES E PITANGA DOS PALMARES				
Trecho	Descrição	Extensão (m)	DN (mm)	Material
1	R21 até Trevo de Palmares	8885.09	200	FoFo
2	Trevo de Palmares até RAD de Palmares	1164.91	100	FoFo
3	Trevo de Palmares até RED de Pitanga do Palmares	2646.00	150	FoFo
		Extensão Total		12696.00
GÓES CALMON				
Trecho	Descrição	Extensão (m)	DN (mm)	Material
único	R21 até entrada de Góes Calmon	7152.42	200	FoFo
		Extensão Total		7152.42
COTEGIPE/ SANTA LUZIA E MAPELE				
Trecho	Descrição	Extensão (m)	DN (mm)	Material
1	R21 até Estrada de Cotegipe EST. 81+10.00	1630.00	250	FoFo
2	Estrada de Cotegipe EST. 81+10.00 até Bifurcação para Cotegipe	4636.58	250	FoFo
3	Bifurcação para Cotegipe até acesso à Santa Luzia	913.91	200	FoFo
4	Bifurcação para Cotegipe até RED de Cotegipe	514.84	75	PVC/PBA
5	Acesso à Santa Luzia até RED de Santa Luzia	50.00	50	PVC/PRA
6	Acesso à Santa Luzia até RAD de Mapele	1300.92	100	FoFo
		Extensão Total		9076.24

Figura 1.186 - Planta geral do sistema proposto para atendimento de Simões Filho (Localidades do Centro-Norte)

Fonte: Embasa (2014c).



CENTRO DE RESERVAÇÃO ETA SUBURBANA (EXISTENTE)		
ATENDIMENTO	D_{mD} (l/s)	D_{mH} (l/s)
ZONA-4 SIMÕES FILHO	5,43	8,15
ZONA-5 SIMÕES FILHO	1,81	2,72
CIA Sul	41,07	61,61
PALESTINA	4,75	7,13
BICO DOCE	3,05	4,58
COMPLEXO NAVAL	19,44	29,16
NOVA ESPERANÇA (BARRO DURO)	43,80	65,70
TOTAL	119,36	179,04

PARA O COMPLEXO NAVAL DE ARATU E E NOVA ESPERANÇA (BARRO DURO) APENAS SE CONSIDEROU PREVISÃO DE DEMANDA (NÃO É ESCOPO DESTE PROJETO)

REDES DE DISTRIBUIÇÃO - LOCALIDADES				
PALESTINA				
DN (mm)	Material	Extensão (m)		
		Projetada	Existente	Total
50	PVC	2426	5681	8107
75	PVC	264	185	449
100	PVC	346	434	780
150	PVC DEFºFº	483	-	483
350	FºFº	-	406	406
TOTAL		3519	6706	10225
BICO DOCE				
DN (mm)	Material	Extensão (m)		
		Projetada	Existente	Total
50	PVC	2500	1349	3849
75	PVC	375	373	748
100	PVC	-	47	47
150	PVC DEFºFº	-	23	23
350	FºFº	-	-	
TOTAL		2875	1792	4667

Figura 1.187 - Planta geral do sistema proposto para atendimento de Simões Filho (Localidades do Sul)

Fonte: Embasa (2014c).

Em 2021, foi finalizada uma Revisão do Projeto Básico de Ampliação do SIAA de Simões Filho (ZA 03), por meio do contrato nº 460016922/2020. De acordo a Revisão do Projeto da Embasa (2021c), observou a necessidade de relocar as unidades previstas para a ZA-03 do projeto existente devido a problemas na aquisição da área prevista. No projeto estava prevista a construção do reservatório apoiado com 3.000 m³ e o elevado com 500 m³. Na revisão, foi proposta a implantação de dois reservatórios elevados, de 1.000 m³ e 500 m³, em uma área de propriedade da Embasa, que se encontra mais próxima a zona a ser atendida, nas coordenadas W: 565.078,75 m e S: 8.583.528,09 m. Com a alteração na configuração do Parque de Reservação, foi revisado o traçado da subadutora e as redes de distribuição da ZA-03.

Seguem as características dos reservatórios projetados:

- RED 1000:

  Capacidade: 1000 m³
  Material: Concreto Armado
  Formato: Retangular, com dimensões internas de 12,00 m x 17,40 m;
  Altura de NA útil: 4,80 m;
  Altura Total: 9,80 m

- RED 500:

  Capacidade: 500 m³
  Material: Concreto Armado
  Formato: Circular, com diâmetro interno de 12,00 m;
  Altura de NA útil: 4,80 m;
  Altura Total: 23,60

A 2ª etapa da execução das obras de ampliação do SIAA Simões Filho teve sua licitação homologada em 21/06/24. Dentre as intervenções previstas, tem-se:

- Implantação de subadutora de água tratada, em ferro fundido DN 500, partindo do R21 para a Zona 03;
- Implantação de três *booster*s (Zona 01, Zona 02 e Góes Calmon)
- Implantação dos reservatórios elevados, de 1.000 m³ e 500 m³, em uma área de propriedade da Embasa para atender a Zona 03 do projeto;
- Implantação e substituição de redes de distribuição com aproximadamente 21.600 metros de extensão total, com diâmetros variando de 50 a 500 mm;
- Implantação de 978 ligações domiciliares (281 ligações na Zona 01, 135 ligações na Zona 02, 461 ligações na Zona 03, e 101 ligações em Góes Calmon).

1.7.4.7 Zonas abastecidas por adutoras e subadutoras

Conforme mencionado ao longo deste capítulo, existem zonas da UMJ com distribuição em marcha, recebendo a água diretamente da Adutora Principal ou de outras adutoras/subadutoras. O croqui esquemático de atendimento dessas zonas é apresentado na **Figura 1.188**.

A seguir são apresentadas as zonas e suas respectivas áreas de atendimento.

Zonas atendidas pela Adutora Principal:

- **ZA 62:** Valéria (parte), Águas Claras (parte), Dom Avelar (parte), Porto Seco (parte), Cajazeiras (II, IV, V, VI e VII), Cajazeiras X e XI (parte), Fazenda Grande I e II (parte)**;**
- **ZA 72 (parte)**: Granjas Rurais (parte);
- **ZA 79:** Nova Esperança (SSA), Jd. Campo Verde, Bom Sucesso, Cepel, Barródromo - Simões Filho;

- **ZA 81:** Valéria (SSA) e CIA Sul – Simões Filho;
- **ZA 82:** CIA II (parte), Pitanguinhas, Vida Nova, Coroa da Lagoa, Ponto Parada, Rancho Alegre, Dica Anel, Resid. Simões Filho I, Recanto Eucalipto (parte) - Simões Filho;
- **ZA 84**: Santa Luzia, Mapele, Cotegipe, CIA I e II (parte) - Simões Filho;

Zona atendida pela subadutora que abastece o R17:

- **ZA 70:** São João do Cabrito (parte), Pirajá (parte), Alto do Cabrito (parte), Lobato (parte);

Zonas atendida pela subadutora que abastece o R18 ou pela EEAT da ETA Suburbana (atualmente desativada), ou ainda por uma derivação da adutora Principal:

- **ZA 64:** Valéria (parte), Moradas da Lagoa, Paripe (parte) e Periperi (parte);
- **ZA 65:** Palestina, Bico Doce, Alto do Bom Viver - Simões Filho;
- **ZA 77:** Valéria (parte);
- **ZA 83:** Santo Antônio Rio das Pedras - Simões Filho.

De acordo com a Embasa, a parte da ZA 72 abastecida diretamente pela Adutora Principal irá compor uma nova zona, a ZA 66, que deverá ser atendida pelo R14T. Essa proposta será avaliada no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade do PARMS 2023.

A **Figura 1.189** mostra a área de abrangência dessas zonas, classificando as áreas de acordo com a altitude do terreno. Conforme pode ser observado, predominam regiões altas com cotas a partir de 80 m. A figura ilustra também a localização do ponto crítico existente no setor, em virtude de baixa pressão na rede. Como mostra o **Quadro 1.79**, o ponto crítico existente localiza-se ZA-62, na cota 100 m.

Quadro 1.79 - Pontos críticos de distribuição de água nas zonas abastecidas por adutora/subadutora

Ponto crítico	Logradouro	Bairro	Zona de abastecimento	Cota (m)
PC1	Rua Jorge Costa Andrade	Águas Claras	62	100

Fonte: Embasa (2024).

Além desse ponto, existia outro ponto crítico na ZA-62, localizado no Loteamento Santo Antônio (Cajazeiras XI), e um na ZA-72, localizado na via Castelo Branco, ambos já solucionados.

Na **Figura 1.189**, é possível observar ainda a existência do *Booster* Jardim Lobato, que está localizado na Esquina entre a Travessa União e a Travessa Oscar Cordeiro, bairro Jardim Lobato, na ZA 70 (coordenadas: 556.236,00 W e 8.569.661,96 S). O *booster* possui 3,0 cv da potência e uma vazão nominal de 8,6 L/s.

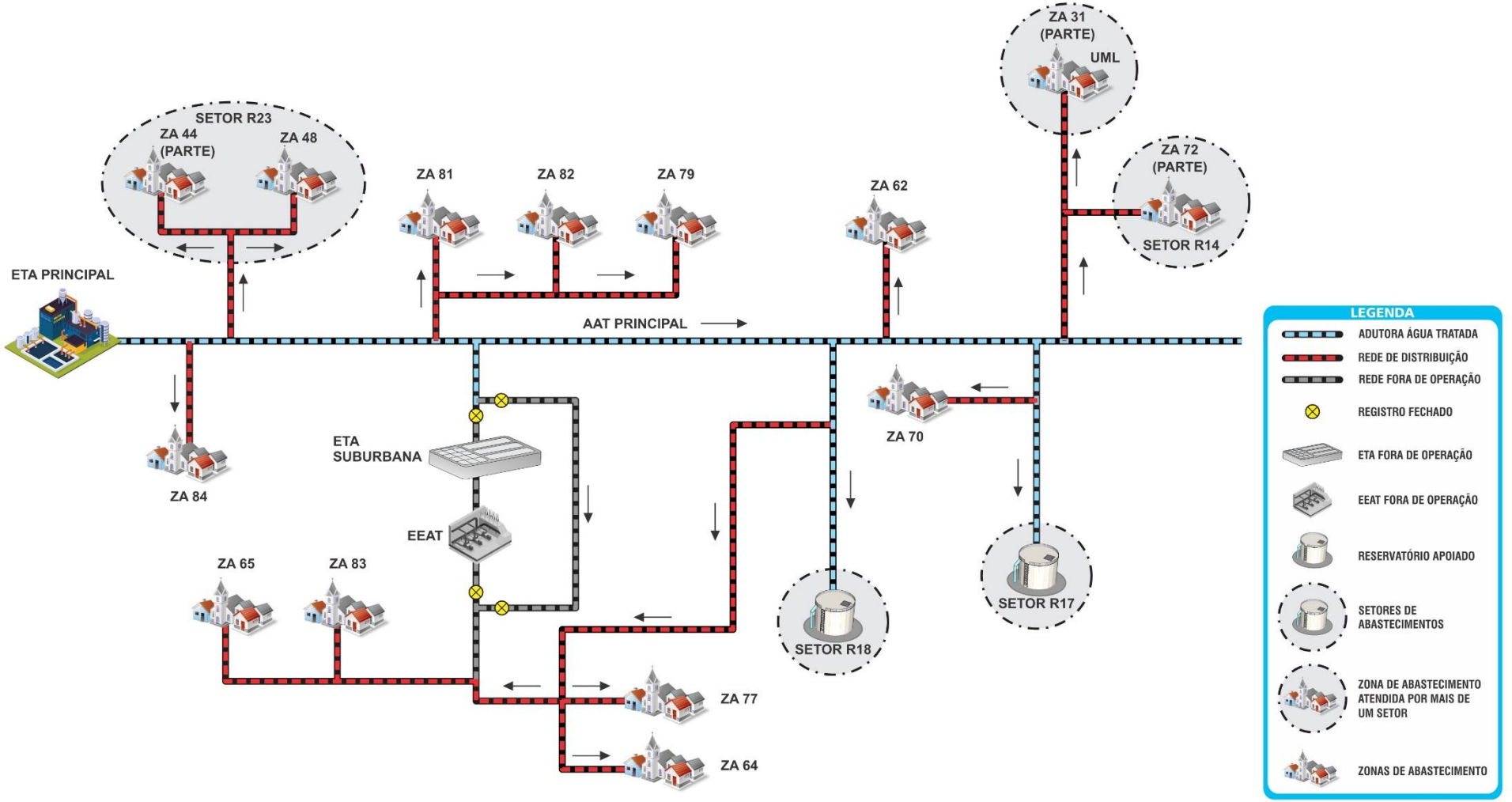


Figura 1.188 - Croqui esquemático das zonas atendidas por adutora principal/subadutoras na UMJ
Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

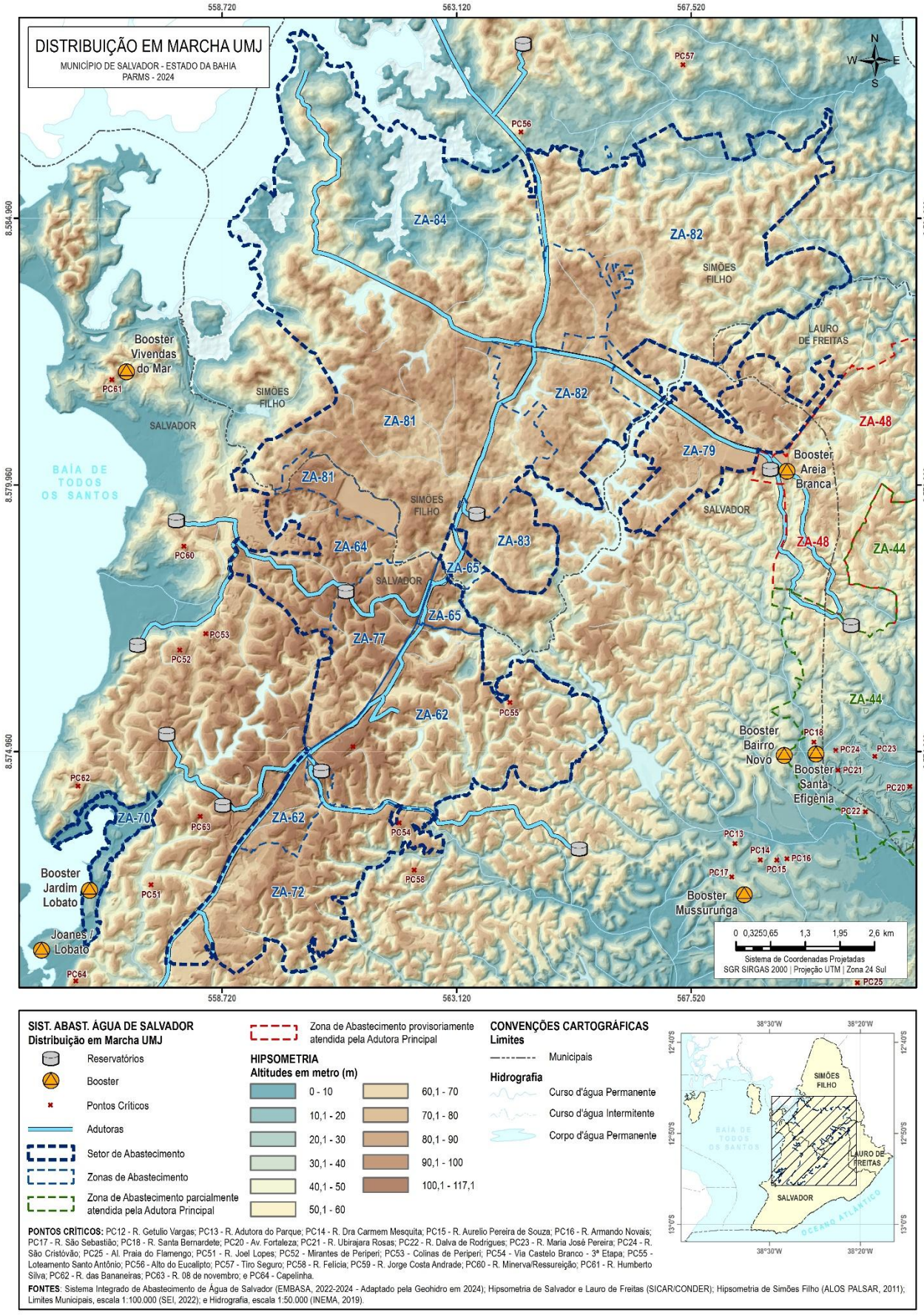


Figura 1.189 - Área de Abrangência Atual das zonas atendidas por adutora/subadutoras na UMJ

Fonte: GEOHIDRO (2024). Adaptado de Embasa (2024).

A **Figura 1.190** apresenta a disposição da rede de distribuição nas zonas apresentadas, e a **Tabela 1.36** apresenta a extensão das redes por material e por zona de abastecimento. De acordo com o cadastro de rede fornecido pela Embasa (2024), o setor possui aproximadamente 602 km de rede, sendo 73% em PVC. Não foram contabilizadas a extensão de redes da ZA 72, visto que essa a maior parte dessa zona é atendida pela EEAT do Setor R14, e não foi informada a extensão de rede atendida pela adutora principal.

Tabela 1.36 - Extensão da rede nas zonas atendidas por adutora/subadutoras na UMJ

Zona de Abastecimento	Extensão de rede por tipo de material (m)							
	Aço	FºFº	PEAD	PVC	PVC DEFºFº	PVC PBA	PVC Vinilfer	Total
62	5.569,3	23.630,6	3.165,4	128.584,4	4.796,4	1.638,2	542,2	167.926,5
64	116,0	11.360,4	10.130,7	35.291,0	3.789,8		136,2	60.824,1
65	2.209,4	4.026,0	359,7	11.743,3	1.821,1			20.159,4
70		7.168,4	1.448,9	33.208,1	514,2	726,4	24,3	43.090,3
77	2.853,7	6.908,2	1.997,8	30.824,2	775,6			43.359,5
79		9.296,7	6.022,6	34.920,0	7.938,8	1.904,9		60.083,0
81	63,7	18.565,7	1.111,2	12.139,6	4.724,0	1.329,0		37.933,2
82	158,4	16.109,4	12.735,4	73.795,6	9.664,9	492,4		112.956,2
83		1.397,8		3.032,5				4.430,3
84	168,6	14.216,8	967,5	30.854,7	3.806,5	1.172,2		51.186,4
Distribuição em marcha	**11.139,1**	**112.680,0**	**37.939,2**	**394.393,5**	**37.831,3**	**7.263,1**	**702,7**	**601.948,9**
% Rede	**1,9%**	**18,7%**	**6,3%**	**65,5%**	**6,3%**	**1,2%**	**0,1%**	

Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

O **Quadro 1.80** apresenta a setorização proposta pelo PARMS 2016 para estas zonas, bem como a proposta que a equipe da Gerência Operacional da UMJ informou durante a visita técnica.

Quadro 1.80 - Setorização proposta pelo PARMS 2016 para as zonas atendidas por adutora/subadutoras na UMJ

Zonas de abastecimento	Localidades atendidas	Reservatório proposto pelo PARMS 2016	Reservatório em análise pela Embasa
ZA-62	Cajazeiras IV e V (parte)	R14	R14T
	Águas Claras, Cajazeiras II, III, VI, VII e XI, Cajazeiras IV e V (parte), Avelar e Fazenda Grande	R14T	
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	R18T	R18T
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		
ZA-83	Santo Antônio Rio das Pedras		
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)	R17	R10
ZA-82	Pitanguinhas, CIA-I, CIA-II, Via Universitária, Coroa da Lagoa;	R21T	R26T
ZA-84	Mapele e Cotegipe		
ZA-79	CEASA, Barro Duro	R23BT	R23BT

Fonte: Adaptado de PARMS, SIHS (2016) e Embasa (2024).

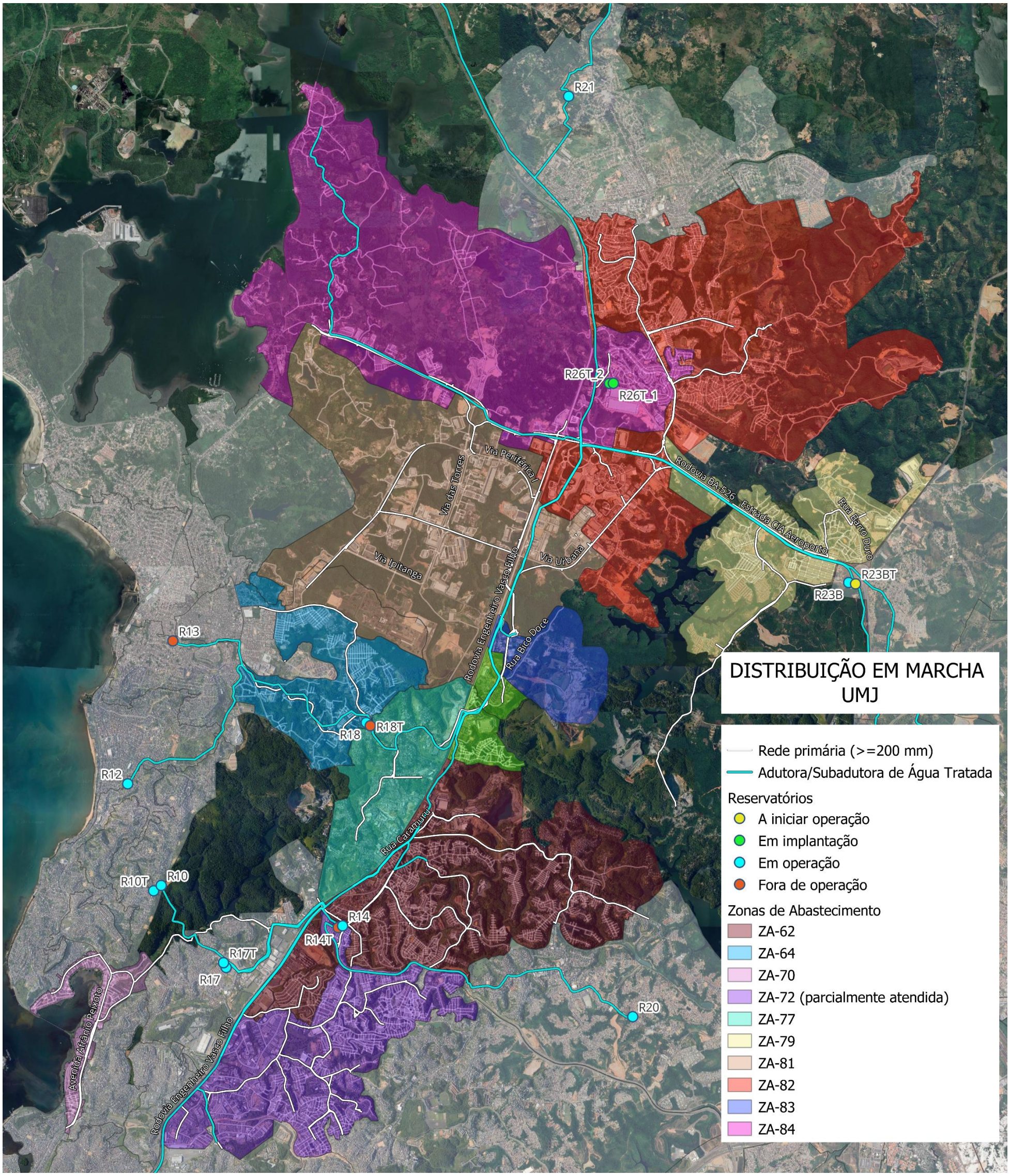


Figura 1.190 - Área de abrangência e Rede de Distribuição das zonas atendidas por adutora/subadutoras na UMJ
Fonte: GEOHIDRO (2025). Adaptado de Embasa (2024).

1.8 PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Nas últimas décadas intensificou-se o adensamento humano nas grandes metrópoles, principalmente em decorrência do êxodo rural, gerando nessas áreas um quadro de forte pressão sobre os setores produtivos em geral, inclusive o setor de abastecimento de água. Destacam-se nesse quadro a ocupação desordenada do solo e a poluição dos mananciais, que impõem soluções particulares e onerosas para a adequação dos sistemas de abastecimento, tornando-os de grande complexidade em razão da necessidade de novos mananciais, cada vez mais distantes, e necessidade de atendimento de áreas desprovidas de infraestrutura suficiente para conferir segurança ao sistema de distribuição de água.

Nesse contexto, o sistema de abastecimento de água torna-se muito vulnerável à ocorrência de perdas de água, em decorrência da maior dificuldade de controle imposta pela carência de infraestrutura, além de tornar-se mais dependente de energia, em razão do grande número de estações elevatórias requeridas ao longo do tempo, nas sucessivas ampliações.

Embora a ocorrência de perdas nos sistemas de abastecimento seja motivada por causas diversas, sabe-se que as perdas têm grande interação com o consumo de energia, não comportando analisá-las somente à luz dos aspectos operacionais, inerentes à rede de distribuição e bombeamentos isolados. O uso racional da energia também resulta em significativa contribuição para a redução das perdas como se verá adiante.

Por definição, eficiência energética expressa a relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização. A promoção da eficiência energética abrange a otimização das transformações, do transporte e do uso dos recursos energéticos, desde suas fontes primárias até seu aproveitamento.

Reconhecendo água e energia como recursos naturais limitados e, consequentemente, a necessidade do seu uso racional, apresenta-se neste item considerações gerais sobre a eficiência energética aplicada a sistemas de abastecimento de água, em apoio ao programa de eficiência energética da Embasa, já em curso, tendo em vista sua divulgação, consolidação e aplicação intensiva no futuro, na expectativa de se alcançar, entre outros, os seguintes objetivos e benefícios:

- Conscientizar o setor operacional, em especial os técnicos responsáveis pela operação dos equipamentos, sobre os prejuízos decorrentes da operação de equipamentos superdimensionados;
- Orientar empresas projetistas sobre a seleção adequada de equipamentos, em particular bombas, ajustados às condições reais de trabalho e/ou com flexibilidade operacional, de modo a possibilitar o mínimo desvio destas condições;
- Divulgar ostensivamente os resultados obtidos para todas as unidades da Embasa, para que tais ações possam ser multiplicadas;
- Reduzir os custos de energia;
- Reduzir perdas de água, minimizando-se insumos de produção e respectivos custos, e evitando-se ou postergando-se a necessidade de investimentos em novos mananciais, captações e produção de água;
- Racionalizar o uso da água disponível para atender a um maior número de usuários;
- Reduzir a demanda de investimentos para atender aos horários de pico;
- Reduzir as vazões de esgotos a serem coletadas.

Tendo em conta os propósitos acima alinhados, apresenta-se a seguir uma abordagem resumida dos principais aspectos relacionados ao tema, além de alguns relatos importantes sobre a experiência da Embasa na busca por melhoria da eficiência energética e redução de perdas em seus sistemas de abastecimento de água.

1.8.1 Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água

Em sistemas de abastecimento de água, denomina-se perda a parcela da água que não chega ao seu destino, ou seja, que não é efetivamente contabilizada pela concessionária. Dentre as várias etapas do sistema de abastecimento, as perdas na distribuição são normalmente as mais expressivas, sendo calculadas mediante comparação entre o volume de água disponibilizado para distribuição e o volume consumido.

Os índices de perdas estão diretamente associados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos sistemas. A ocorrência de perdas de água em patamares acima do aceitável deve-se às inúmeras causas, tais como falhas na detecção de vazamentos; redes de distribuição funcionando com pressões muito elevadas; problemas na qualidade da operação dos sistemas; dificuldades no controle das ligações clandestinas e na aferição/calibração dos hidrômetros; ausência de programa de monitoramento de perdas; dentre outras possibilidades.

De acordo com o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, publicado pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS, 2022), o valor médio das perdas na distribuição para todo o conjunto de prestadores de serviços de água no Brasil é de 37,8%. A caracterização do índice médio de perdas no país é mostrada na **Figura 1.191**. A Bahia apresenta um índice médio de 42,5%, inferior à média da região Nordeste (46,7%) e superior à média brasileira (37,8%). Observando a média de perdas na Embasa tem-se aproximadamente 44%. O índice aumenta consideravelmente quando é analisado apenas a Região Metropolitana de Salvador (RMS), atingindo 51,5%.

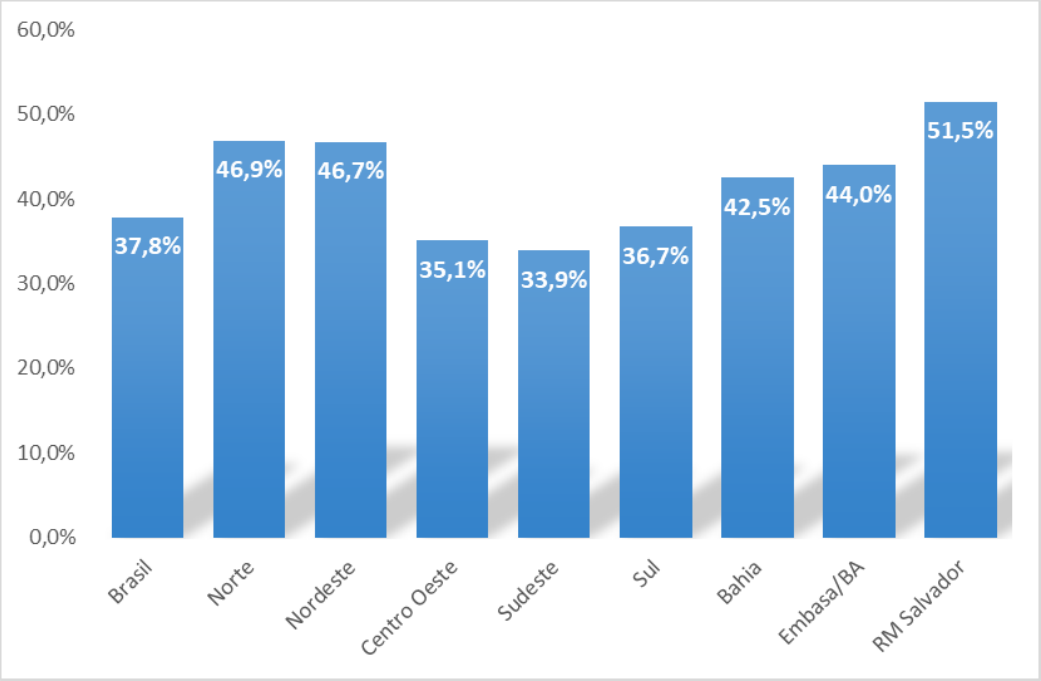


Figura 1.191 - Índice médio de perdas na distribuição por região
Fonte: SNIS, 2022.

Constata-se, portanto, que os sistemas públicos de abastecimento de água no Brasil, em geral, apresentam elevados índices de perdas, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Esses níveis acentuados de perdas contribuem expressivamente para a insustentabilidade econômico-financeira de grande parte dos sistemas.

A **Figura 1.192** apresenta os índices médios de perdas na distribuição dos municípios inseridos na área de abrangência do presente Diagnóstico (RM Salvador, Santo Amaro e Saubara), conforme o SNIS 2022, evidenciando que na maioria dos municípios os índices se apresentam com elevados percentuais, com exceção

apenas do município de Pojuca que apresentou 27,9% de perdas no referido ano. Portanto, os resultados indicam a necessidade de medidas de controle nesses sistemas de abastecimento.

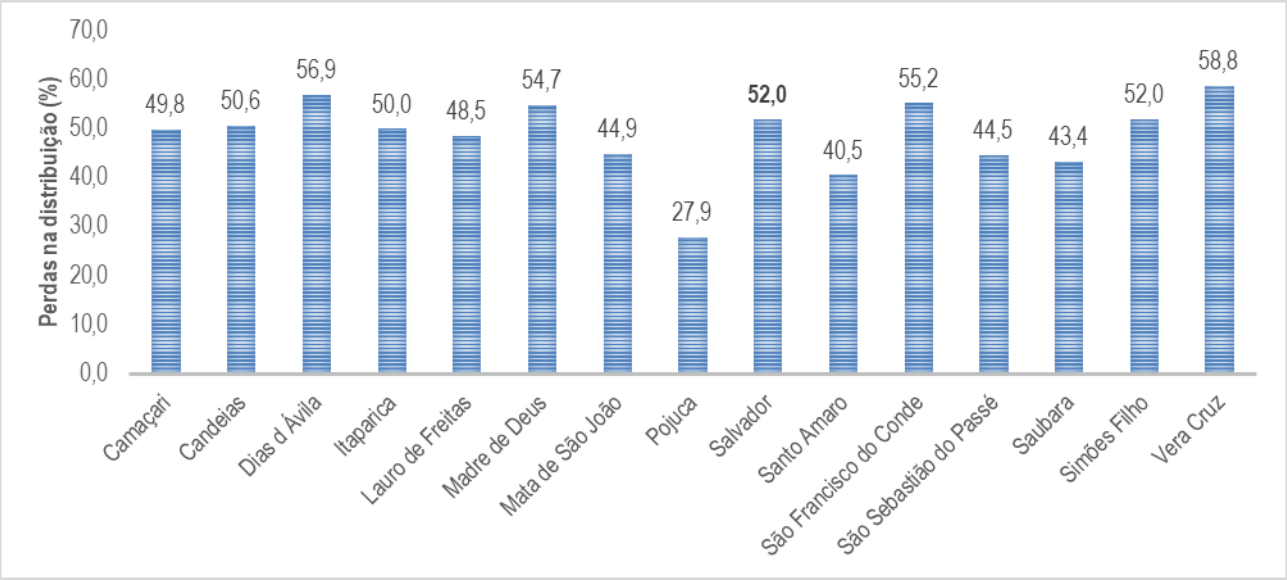


Figura 1.192 - Índices médios de perdas na distribuição na área de abrangência do PARMS 2023
Fonte: SNIS (2022).

As perdas podem ser classificadas em reais (ou físicas) e aparentes (ou comerciais). As perdas reais decorrem de vazamentos em adutoras, reservatórios, rede de distribuição até o limite das ligações domiciliares. As perdas aparentes correspondem à água consumida, mas não contabilizada pela Concessionária, que podem ser atribuídas à existência de ligações clandestinas, não medidas ou com hidrômetros defeituosos ou fraudados, ligações inativas reabertas, falhas na leitura, erros de micro e macromedição e desatualização de cadastros, entre outras.

1.8.1.1 Perdas Físicas

As perdas físicas ocorrem desde a captação de água bruta até a entrega do produto nas residências e ou consumidores de modo geral. Essas perdas são causadas principalmente por deficiências físicas e operacionais dos sistemas de abastecimento e estão distribuídas ao longo das adutoras, subadutoras, linhas-tronco, recalques, rede de distribuição, estações de tratamento, reservatórios, elevatórias etc.

Dois aspectos de extrema relevância estão associados às perdas reais: i) conservação dos recursos hídricos; e ii) saúde pública. O primeiro relaciona-se à necessidade de considerar-se a água como recurso natural limitado; nesse contexto, minimizar perdas significa reduzir o volume captado e aumentar a longevidade dos mananciais, com menor impacto ambiental. O segundo diz respeito à possibilidade de contaminação da água decorrente de vazamentos, com riscos à saúde humana; essa possibilidade pode ser reduzida por meio do controle efetivo das perdas nas canalizações.

Um aspecto que influencia no aumento de perdas reais é a topografia urbana. Observa-se, especialmente em Salvador, que a topografia da cidade é bastante acidentada, formada mais ao centro por linhas de cumeadas e vales, que se refletem no complexo sistema viário da cidade. Significativa parte da cidade é coberta por Parques de Reservação que atendem as zonas mais altas com reservatórios elevados e as mais baixas com reservatórios apoiados. A sinuosidade da topografia urbana de Salvador propicia a existência de pontos críticos nas encostas, como também elevadas pressões em áreas planas das partes mais baixas, exigindo o uso de válvulas de controle de pressão.

Assim, o aumento da pressão nos Setores de Abastecimento, independentemente de manobras, pode ser provocado pelo comportamento das pressões estática e de serviço, principalmente nos períodos noturnos. De

acordo com dados técnicos experimentais, no caso de tubos plásticos admite-se uma correlação entre pressão e vazamento, proveniente da resiliência do material, o que indica a possibilidade de redução ainda maior dessas perdas, em razão da redução da pressão no sistema distribuidor. Daí a importância especial que deve ser dada ao controle e o monitoramento eficaz das pressões, que resultarão em reduções de perdas por vazamentos (visíveis e não visíveis), minorando riscos de novas rupturas (ARAÚJO et al, 2004 *apud* SOBRINHO, 2012). De acordo com o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA (2007), a redução de perdas em razão das pressões na rede se comporta conforme indicado no **Quadro 1.81**.

Quadro 1.81 - Redução de perdas em função das pressões na rede de distribuição

Redução de pressão - %	Redução de perdas - %
20	10
30	16
40	23
50	29
60	37

Fonte: PNCDA (2007).

1.8.1.2 Perdas Aparentes

As perdas aparentes são aquelas relativas aos volumes de água produzidos e consumidos de forma não autorizada e, portanto, não faturados. De acordo com o PNCDA (2007), podem atingir ou representar até mais de 50% do volume de água faturado, em razão da organização e disponibilidade técnica/administrativa e financeira de cada prestador de serviço.

As perdas aparentes têm como seu maior fator de influência os chamados usos ilegais, representados por ligações clandestinas, intervenções na própria rede de distribuição, *by-pass* executados junto às ligações, cadastros comerciais deficientes, erros de leitura dos micromedidores e macromedidores, inadequação do gerenciamento comercial, ineficiente manutenção dos medidores, deficiência nas ações contra os contraventores.

Em Salvador, merece atenção o problema das ligações clandestinas. De acordo com a Embasa (2021 *apud* PMSBI de Salvador 2023), em 2021 foram contabilizadas 19.664 ligações clandestinas no município. O **Quadro 1.82** apresenta o quantitativo por bairros identificados no levantamento realizado pela prestadora. Os bairros de São Cristóvão e Bairro da Paz são responsáveis por quase 20% das ligações clandestinas em Salvador. Em seguida, tem-se os bairros de Itapuã, Mussurunga e Paripe com índices entre 4% e 5,4%.

A Embasa acrescenta ainda o alto índice de ligações inativas existentes em áreas com risco de segurança, o que impede a cobrança e consequentemente possuem consumo descontrolado, contribuindo para a elevação do índice de perdas aparentes. Além disso, a ocupação desordenada em regiões mais carentes do município dificulta as obras de substituição e reforço de redes de distribuição (PMSBI de Salvador, 2023).

Quadro 1.82 - Quantidade de ligações clandestinas de água por bairro de Salvador

Bairro	Quant.	%	Bairro	Quant.	%
São Cristóvão	1.822	9,27%	Cajazeiras VI	79	0,40%
Bairro da Paz	1.808	9,19%	Campinas de Pirajá	79	0,40%
Itapuã	1.058	5,38%	Ribeira	76	0,39%
Mussurunga	1002	5,10%	Massaranduba	74	0,38%
Paripe	789	4,01%	Narandiba	73	0,37%
Periperi	570	2,90%	Itaigara	72	0,37%
Jardim N. Esperança	470	2,39%	Boca da Mata	71	0,36%
Águas Claras	407	2,07%	Cajazeiras	67	0,34%

Bairro	Quant.	%	Bairro	Quant.	%
Valéria	402	2,04%	Novo Horizonte	66	0,34%
Pernambués	393	2,00%	Cabula VI	64	0,33%
Plataforma	367	1,87%	Dom Avelar	64	0,33%
Itacaranha	332	1,69%	Jardim Armação	62	0,32%
Coutos	330	1,68%	Marechal Rondon	60	0,31%
Liberdade	295	1,50%	Barreias	58	0,29%
Pituaçu	293	1,49%	Granjas R. Presidente Vargas	58	0,29%
Boca do Rio	281	1,43%	Boa Vista de São Caetano	55	0,28%
São Caetano	242	1,23%	Cabula	55	0,28%
Sete de Abril	237	1,21%	Canabrava	55	0,28%
Stella Maris	227	1,15%	Cajazeiras IV	54	0,27%
Alto do Coqueirinho	224	1,14%	Doron	53	0,27%
Pituba	214	1,09%	Vila Canaria	53	0,27%
Fazenda Grande II	207	1,05%	Iapi	51	0,26%
Santa Cruz	200	1,02%	Jardim Cajazeiras	51	0,26%
Beiru/Tancredo Neves	199	1,01%	Mont Serrat	51	0,26%
Cajazeiras VIII	193	0,98%	Arenoso	50	0,25%
Moradas da Lagoa	191	0,97%	Palestina	45	0,23%
Curuzu	180	0,92%	Pero Vaz	45	0,23%
São João do Cabrito	177	0,90%	Saboeiro	45	0,23%
São Tomé	166	0,84%	Santa Mônica	45	0,23%
São Marcos	164	0,83%	Cajazeiras Ii	44	0,22%
Patamares	162	0,82%	Engomadeira	44	0,22%
Castelo Branco	161	0,82%	Bonfim	40	0,20%
Nova Constituinte	160	0,81%	Vale dos Lagos	36	0,18%
Fazenda Grande I	157	0,80%	Mangueira	29	0,15%
Alta da Terezinha	154	0,78%	Nordeste de Amaralina	28	0,14%
Sussuarana	151	0,77%	Capelinha	26	0,13%
Fz Grande do Retiro	148	0,75%	Caminho de Areia	23	0,12%
Nova Brasilia	147	0,75%	Nova Esperança	23	0,12%
Pau da Lima	146	0,74%	Jd Santo Inácio	22	0,11%
Praia Grande	146	0,74%	Candeal	18	0,09%
Calçada	144	0,73%	Boa Vista	17	0,09%
Fazenda Coutos	141	0,72%	Eng Velho de Brotas	12	0,06%
Cajazeiras X	140	0,71%	Mares	10	0,05%
Lobato	130	0,66%	Resgate	10	0,05%
Cassange	118	0,60%	V Ruy Barbosa/Jd. Cruzeiro	10	0,05%
Imbuí	117	0,59%	Amaralina	9	0,05%
Fazenda Grande III	114	0,58%	Arraial do Retiro	9	0,05%
Trobogy	114	0,58%	Federação	6	0,03%
Pirajá	110	0,56%	Retiro	6	0,03%
Rio Sena	108	0,55%	Lapinha	5	0,03%
Jaguaripe I	105	0,53%	Roma	5	0,03%

Bairro	Quant.	%	Bairro	Quant.	%
São Rafael	101	0,51%	Pau Miúdo	4	0,02%
Stiep	99	0,50%	Santa Luzia	4	0,02%
Fazenda Grande IV	94	0,48%	Boa Viagem	3	0,02%
Mata Escura	94	0,48%	Baixa de Quintas	3	0,02%
Novo Marotinho	94	0,48%	Brotas	2	0,01%
Bom Juá	90	0,46%	Cx. D'Água	2	0,01%
Nova Sussuarana	90	0,46%	Luiz Anselmo	2	0,01%
Saramandaia	90	0,46%	Macaúbas	2	0,01%
Piatã	83	0,42%	Porto Seco Pirajá	2	0,01%
São Gonçalo	83	0,42%	Barbalho	1	0,01%
Cajazeiras XI	82	0,42%	Cidade Nova	1	0,01%
Alto do Cabrito	80	0,41%	Graça	1	0,01%
Uruguai	80	0,41%	Santo Antônio	1	0,01%
TOTAL	**17.473**		**TOTAL**	**2.191**	
TOTAL				**19.664**	

Fonte: Embasa (2021) *apud* PMSBI de Salvador (2023).

1.8.1.3 Avaliação dos Indicadores de Perdas Físicas no SIAA de Salvador

Atualmente a Embasa realiza o controle de perdas nas diversas fases da produção e distribuição de água, a partir do Programa Corporativo de Redução e Controle de Perdas (PRCP), objetivando melhorar o desempenho na gestão da micromedição, do combate ativo de vazamentos, do combate às fraudes, da gestão da pressão na rede de distribuição, da garantia da qualidade e do ganho de agilidade em reparos e reposição de ativos (EMBASA, 2021 *apud* PMSBI de Salvador 2023). Além disso, a empresa tem atuado com equipes de cadastro, colhendo dados dos proprietários dos imóveis nos locais com alto índice de ligações clandestinas, e realizando contratos de cobrança específicos para suspender o abastecimento dos imóveis que não regularizam o cadastro (PMSBI de Salvador, 2023). Apesar desses avanços, o índice médio de perdas na distribuição em sistemas da Embasa ainda ultrapassa o patamar de 40%, conforme informações do SNIS/2022 apresentadas anteriormente.

A Embasa realiza o monitoramento das perdas de água por distintos indicadores, dentre os quais:

- **Perdas no Sistema Produtor (PSP), Perdas na Adução de Água Bruta (PSAB) e Perdas no Sistema de Tratamento (PST):** correspondem as Perdas no sistema produtor, que englobam desde a captação até a Estação de Tratamento de Água.
- **Águas Não Contabilizadas (ANC):** correspondem ao percentual de volume de água disponibilizado que não foi utilizado para consumo (uso autorizado), representando uma perda de água decorrente de possíveis fatores como vazamentos, fraudes, ligações clandestinas e outros.
- **Águas Não Faturadas (ANF):** corespondem ao percentual da diferença entre o volume disponibilizado e o volume faturado em relação ao volume disponibilizado.
- **Índice de Perdas na Distribuição (IPD):** esse índice corresponde ao percentual da diferença entre o volume total disponibilizado e o volume consumido em relação ao volume total disponibilizado. No volume disponibilizado total são abatidos os volumes especiais, recuperados e operacionais.
- **Índice de Perdas por Ligação (IPL):** corresponde à relação entre a perda ANC e a quantidade de ligações faturadas.

Além desses índices, destaca-se a importância dos **Índice de Macromedição** (**IMAC**), **Índice de Hidrometração** (**IH**) e **Índice de Micromedição (IMIC)** para a eficiência do monitoramento.

Os resultados dos indicadores são disponibilizados no relatório Gerencial de Controle de Perdas do **COPAE - Controle Operacional de Água e Esgoto**. Para a avaliação das perdas físicas e eficiência operacional do SIAA de Salvador foram analisados os dados do COPAE do período novembro/2022 a outubro/2023. Essa avaliação contemplou o comparativo dos valores do COPAE em relação aos valores de referência de órgãos e documentos oficiais para os principais indicadores de perdas de água, dentre os quais:

- O **Índice de Perdas na Distribuição de Água (IPD)** estabelecido no Plano Nacional de Saneamento (Plansab, 2018) para a Região Nordeste, o valor de 33% como meta para o ano de 2033;
- Portaria Nº 490, de 22 de março de 2021. Estabelece os procedimentos gerais para o cumprimento do disposto no inciso IV do caput do art. 50 da Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e no inciso IV do caput do art. 4º do Decreto Nº 10.588, de 24 de dezembro de 2020 publicado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional. Esta Portaria estabelece que o **Índice de Perdas na Distribuição** e o **Índice de Perdas por Ligação** devem ser atendidos em projetos que preveem a alocação e o financiamento de recursos da União em projetos de sistemas de abastecimento de água. Os indicadores ficam limitados ao mínimo de 25% para o IN049 – Índice de Perdas na Distribuição e de 216 L/ligação/dia para o IN051 – Índice de Perdas por Ligação até o ano de 2034;
- Manual de Fiscalização dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (2021) da Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia (Agersa) no qual constam valores de referência para os **Indicadores de Desempenho de Abastecimento de Água**:
    - *IAP06 – índice de hidrometração:* pelo menos acima da média de crescimento dos últimos anos;
    - *IAI10 – Índice de perdas na distribuição de água*: ≤ 25%;
    - *IAA16 – Índice de perdas por ligação:* ≤ 150 L/dia/ligação
- Plano Municipal de Saneamento Básico de Salvador (2023), sendo definidas as seguintes metas:
    - 44% em 2033 (2022) e 33% em 2048.

Para fins de análise, apresentam-se na **Tabela 1.37** os indicadores de perdas (físicas + aparentes) do SIAA de Salvador do período fevereiro/2013 a janeiro/2014, considerado no PARMS 2016, e no período novembro/2022 a outubro/2023, considerando o COPAE do sistema do mês de outubro de 2023. Com exceção do indicador de Perdas na Adução de Água Bruta, os indicadores de perdas apresentaram aumento considerável no período de 2014 a 2023. Os indicadores de águas não contabilizadas e não faturadas aumentaram em 16% e 26%, respectivamente, e o índice de micromedição reduziu em 11%, mesmo havendo um aumento do índice de hidrometração.

Tabela 1.37 - Indicadores de perdas do SIAA de Salvador

Período	PSP (%)	PSAB (%)	PST (%)	ANC (%)	ANF (%)	IPD[1] (%)	ANC / Km (m³/Km.dia)	IPL (L/ lig.dia)	IMAC (%)	IH (%)	IMIC[2] (%)
02/2013 - 01/2014	7,0	2,4	4,7	49,7	49,0	-	79,268	783,0	100,0	92,5	41,0
11/2022 - 10/2023	10,8	0,9	10,0	57,5	61,9	60,4	99,319	886,7	100,0	97,0	36,3

Notas: [1] Não contabilizado no COPAE 2014. [2] Volume micromedido / Volume disponibilizado (%)
Fonte: PARMS (2016); Embasa (2023e).

A **Tabela 1.38** apresenta os indicadores de perdas ANC, ANF e IPD do período de novembro/2022 a outubro/2023 por zonas de abastecimento do SIAA de Salvador.

Tabela 1.38 - Indicadores de perdas de água do SIAA de Salvador por zona de abastecimento

Unidade Regional	Setor de Abastecimento	Zonas de Abastecimento	Perdas (%)		
			ANC	ANF	IPD
UMB	R23	44[1]	58,7	63,9	62,3
		45	35,3	40,3	37,4
		48	46,2	61,3	54,7
		52	35,3	32,7	35,4
		53[1]	36,5	58,3	47,1
	R1	41	27,9	30,8	28,8
	Adutora ETA Teodoro Sampaio - R1	42	51,1	59,4	55,5
	R20	43[1]	42,8	50,9	46,9
		46	59,2	60,6	60,8
		47	71,1	87,5	72,6
		49	24,9	23,7	25,0
		50	33,5	32,0	33,5
		51	56,9	56,0	57,8
UMF	R3 (Caixa D'Água)	4	55,6	55,7	56,2
		6	46,4	48,1	47,8
		7	60,2	65,1	64,9
		11[1]	40,3	48,4	45,5
	SUBADUTORA R7 - R15	12	72,6	75,9	76,6
		8	40,5	41,8	41,4
		9	68,9	74,0	74,8
		10	31,2	31,0	31,4
		15	60,8	67,4	66,0
	R5 (Garcia)	3	54,9	55,6	55,8
	R15 (Federação)	1	37,4	40,8	38,9
		2	40,9	45,3	42,9
		5	49,4	58,5	56,3
	R19 (Brotas)	13	38,8	37,9	39,0
		14	46,7	57,8	52,7
UMJ - SSA	R10	69	73,1	74,9	75,2
		76	74,3	75,7	76,2
	R12	75	54,6	60,0	58,2
	R14	63	59,1	65,0	60,6
		72[1]	67,8	72,0	70,7
		73	56,7	56,8	57,5
	R17	60	76,8	80,4	79,1
		61	63,7	67,2	67,3
		71	67,4	71,7	70,9
	R18	67	77,3	79,9	79,3
		68	75,8	82,0	80,2
		74	66,6	70,9	69,6
		58	56,5	55,5	56,6
		59	54,4	54,6	54,4
		78	70,7	84,1	77,3

Unidade Regional	Setor de Abastecimento	Zonas de Abastecimento	Perdas (%)		
			ANC	ANF	IPD
	Subadutora para R17	70	74,5	84,1	81,0
	Subadutora para R18	64	78,8	87,3	86,2
		77	66,4	66,5	67,1
	Adutora Principal	62	55,6	61,3	59,2
		79	73,3	75,0	75,9
UML - SSA	Subadutora para R25	20	63,5	62,5	64,0
		21	65,8	65,7	66,6
	R7	23	72,5	75,9	76,0
		25[1]	59,9	66,8	64,7
		26	47,3	64,8	59,4
		27	68,9	76,8	75,2
		29	47,5	58,9	54,9
		30	56,4	55,9	56,9
		32	63,8	68,3	66,0
	Adutora principal	31[1]	51,0	66,3	59,8
	R25	22	72,8	72,9	74,4
		24	83,0	82,5	83,6
		28	71,1	73,9	74,9
UMJ - SF	Adutora principal	65	53,7	74,0	62,3
		81	51,8	41,8	52,0
		83	71,2	88,5	82,1
		80	63,6	78,4	76,8
		82	62,2	66,3	64,8
	R21	84	76,9	77,8	77,5
		85	73,0	75,5	75,3

Notas: [1] Zonas atendidas por mais de uma forma de abastecimento (reservatórios, adutoras e/ou subadutoras).
Fonte: Adaptado de Embasa (2023e).

a) Águas Não Contabilizadas (ANC-%)

Nas zonas de abastecimento do SIAA de Salvador, esse índice variou de 24,9% a 83%, sendo o menor valor encontrado na ZA 49, na Unidade Regional da Bolandeira e o maior na ZA 24, na Unidade Regional do Cabula. O valor mediano ANC correspondeu a 58,9%. Vale destacar que a maioria das zonas da UML (Salvador) e da UMJ (Salvador e Simões Filho) apresentou ANC acima de 60%.

b) Águas Não Faturadas (ANF-%)

No que concerne às águas não faturadas, os indicadores variaram de 23,7% a 88,5%. Assim como para o ANC, o menor valor foi observado na ZA 49, enquanto o maior foi obtido na ZA 83, em Simões Filho. Outras zonas que apresentaram ANF acima de 80% foram as ZA 47, 64, 78, 70, 24, 68 e 60, sendo a maioria delas na UMJ. O valor mediano ANF correspondeu a 65%.

c) Índice de Perdas na Distribuição (IPD-%)

Os resultados de IPD nas zonas de abastecimento do SIAA de Salvador variou de 25% a 86,2%. O valor mediano ANC correspondeu a 62,3%. No total 80% dos setores de abastecimento possuem valores de IPD acima de 50%. Os resultados se mostraram muito aquém dos valores definidos pelo PLANSAB, pela Portaria Nº 490, de 22 de março de 2021 e pelo Manual de Fiscalização da Agersa. Atualmente apenas três zonas de abastecimento possuem IPD inferior à meta do PLANSAB, sendo a ZA 10, na UMF com 31,4%, e as ZA 41 e ZA 49, na UMB, com 28,8% e 25,0% respectivamente.

1.8.1.4 Balanço Hídrico no Sistema de Abastecimento de Água

A International Water Association (IWA) buscou padronizar o entendimento dos componentes dos usos da água em um sistema de abastecimento por meio de uma matriz que representa o Balanço Hídrico, onde se inserem os dois tipos de perdas anteriormente relatados. O conjunto de perdas físicas ou reais e de perdas de faturamento ou aparentes é chamado de "Água Não Faturada" (ABES, 2013).

O **Quadro 1.83** apresenta o Balanço Hídrico, conforme desenvolvido pela IWA, que esquematiza os processos pelos quais a água pode passar desde o momento em que entra no sistema.

Quadro 1.83 - Balanço hídrico modelo IWA: distribuição de água faturada e não faturada em relação ao volume aduzido

Volume que entra no Sistema	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Faturado	Consumo medido faturado (incluindo água exportada)	Água Faturada
			Consumo não medido faturado (estimado)	
		Consumo Autorizado não Faturado	Consumo medido não faturado (usos próprios, caminhão-pipa etc.)	Água Não Faturada
			Consumo não medido, não faturado (combate a incêndios, ocupações desordenadas etc.)	
	Perdas de Água	Perdas Aparentes	Consumo não autorizado (fraudes e falhas de cadastro)	
			Erros de medição (macro e micromedição)	
		Perdas Reais	Vazamentos nas adutoras de água bruta e nas estações de tratamento de água (se aplicável)	
			Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição	
			Vazamentos nos ramais prediais até o hidrômetro	
			Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios de distribuição	

Fonte: Tardelli Filho (2004).

O conhecimento setorizado requer a realização de pesquisas amostrais de campo para levantamento de dados que poderão subsidiar a elaboração do Balanço Hídrico, visando à estimativa das perdas reais e aparentes. Alguns *softwares*, a exemplo do WB-EasyCalc, facilitam o cálculo do Balanço Hídrico no sistema de abastecimento, com a finalidade de diagnosticar as perdas de água, a partir de dados de entrada que incluem volumes ofertados, volumes consumidos e informações sobre variáveis associadas ao sistema de distribuição, que devem ser pesquisadas setorialmente. Com base nesses dados, o software calcula o Balanço Hídrico e apresenta uma estimativa das perdas reais e aparentes que compõem a perda total, bem como a margem de erro da estimativa. A confiabilidade dos resultados depende da veracidade das variáveis que constituem os dados de entrada.

Atualmente o SIAA de Salvador dispõe de um balanço hídrico que estima a composição das perdas de água do sistema. A **Tabela 1.39** apresenta o resumo da estimativa realizada pela Embasa para a composição das perdas aparentes e perdas reais em cada Unidade Regional do município de Salvador para os anos de 2018, 2019 e 2020, conforme apresentado no PMSBI de Salvador (2023). A Unidade Regional da Bolandeira apresentou o maior percentual de perdas aparentes, correspondendo a 63% das perdas totais, seguida pela Unidade Regional da Federação, com 48%.

Tabela 1.39 - Distribuição das perdas aparentes e reais em relação às perdas totais nas Unidades Regionais do município de Salvador (2018 a 2020)

Unidade Regional	2018		2019		2020	
	Perdas aparentes	Perdas reais	Perdas aparentes	Perdas reais	Perdas aparentes	Perdas reais
UML	29%	71%	27%	73%	27%	73%
UMJ	39%	61%	37%	63%	35%	65%
UMF	49%	51%	49%	51%	48%	52%
UMB	68%	32%	66%	34%	63%	37%

Fonte: Embasa (2021) *apud* PMSBI de Salvador (2023).

Considerando a parcela de perdas aparentes, a **Figura 1.193** evidencia a representatividade de cada uma das parcelas que compõe as perdas aparentes em cada uma das Unidades Regionais que atende a parte continental de Salvador no ano de 2020, sendo possível observar que há variações significativas em relação à composição das perdas aparentes nas diferentes regiões do município. Na UMF, a maior parcela de perdas aparentes está relacionada a erros de estimativa, enquanto na UMJ e UMB, corresponde a fraudes em ligações inativas e suprimidas. Na UML, o percentual de perdas por fraudes em ligações inativas e suprimidas se aproxima do percentual de perdas por erro de estimativa. Destaca-se que a maior ocorrência de fraudes nas ligações (totais) ocorre na UMJ, representando 57,8% do total de perdas aparentes. As fraudes em ligações clandestinas e ligações ativas se sobressaem na UMB.

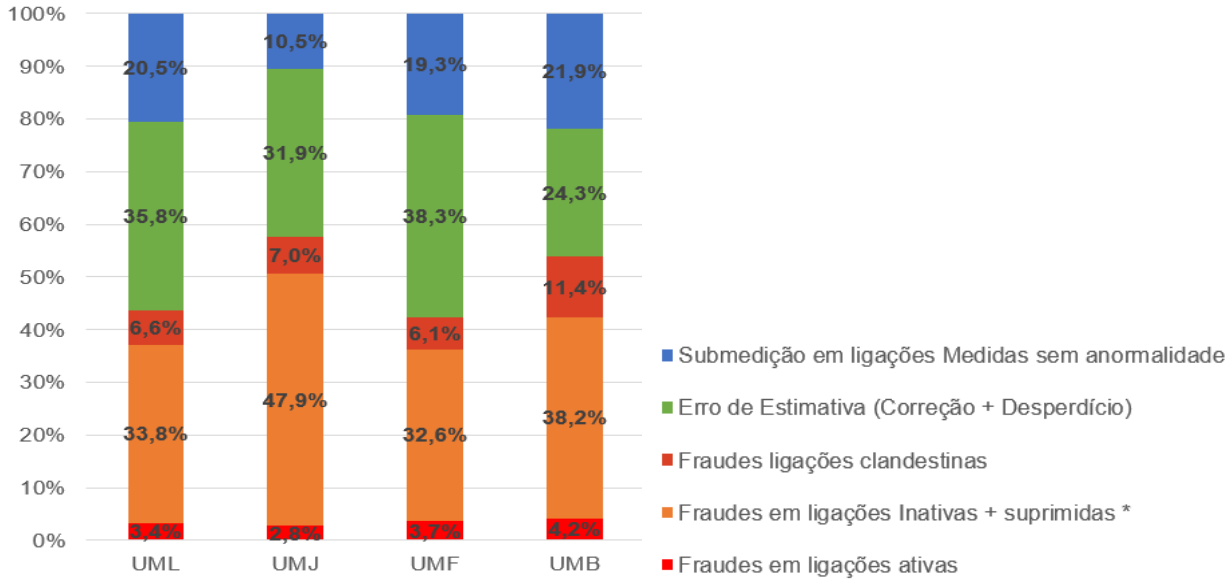


Figura 1.193 - Percentual de cada uma das parcelas que compõe as perdas aparentes nas unidades regionais de Salvador em 2020

Fonte: Embasa (2021) *apud* PMSBI de Salvador (2023).

1.8.1.5 Limites Econômicos e Limites Técnicos do Controle de Perdas

A abordagem econômica para cada tipo de perda é diferente. Sobre as "perdas reais" recaem os custos de produção e distribuição da água, e sobre as "perdas aparentes", os custos de venda da água no varejo, acrescidos dos eventuais custos da coleta de esgotos (ABES, 2013). O **Quadro 1.84** apresenta as principais características dos dois tipos de perdas.

Quadro 1.84 - Características principais de perdas reais e aparentes

Itens	Características Principais	
	Perdas reais	**Perdas aparentes**
Tipo de ocorrência mais comum	Vazamento	Erro de medição
Custos associados aos volumes de água perdidos	Custo de produção	Tarifa
Efeitos no Meio Ambiente	- Desperdício do Recurso Hídrico; - Necessidades de ampliações de mananciais.	-
Efeitos na Saúde Pública	Risco de contaminação	-
Empresarial	Perda do produto	Perda de receita
Consumidor	Imagem negativa (ineficiência e desperdício)	-
Efeitos no Consumidor	- Repasse para a tarifa; - Desincentivo ao uso racional	- Repasse para a tarifa; - Incitamento a roubos e fraudes

Fonte: ABES (2013).

Em artigo publicado com o objetivo de contextualizar o problema das perdas de água e levar o tema à discussão, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) destaca outra importante contribuição da International Water Association (IWA), que foi a definição de dois limites a serem considerados no controle das perdas em um sistema:

- Limite econômico, a partir do qual o custo de redução das perdas supera o valor intrínseco dos volumes recuperados, sendo este limite variável de um sistema de abastecimento para outro, em função das disponibilidades hídricas, custos de produção etc.;
- Limite técnico, correspondente a um valor mínimo, definido pelo alcance das tecnologias atuais dos materiais, ferramentas, equipamentos e pela logística. Em outras palavras, existirá sempre um volume mínimo de "perdas inevitáveis", por mais bem implantado e operado que seja um sistema de abastecimento.

Quanto ao nível mínimo de vazamentos, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados unidos (EPA) preconiza a avaliação do "Nível Econômico", conforme critério sintetizado no gráfico seguinte (**Figura 1.194**).

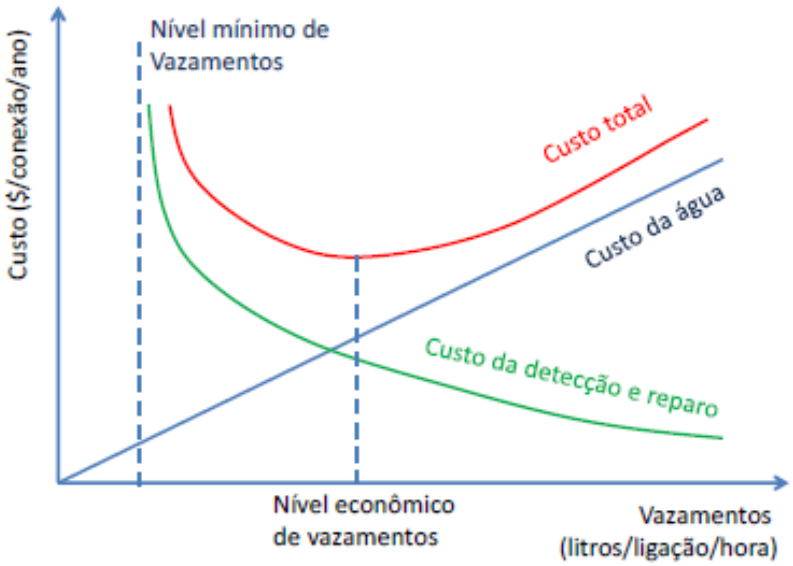


Figura 1.194 - Avaliação do Nível Econômico de Controle de Vazamentos
Fonte: Control and Mitigation of Drinking Water Losses in Distribution Systems (EPA apud ABES, 2013).

Portanto, a eliminação completa das perdas de água em um sistema não é técnica nem economicamente viável, devendo-se perseguir o nível adequado às características de cada sistema de abastecimento.

Em relação aos sistemas abrangidos pelo presente Plano, os excessivos índices de perdas vigentes sugerem, de modo geral, que o ônus financeiro das perdas de água nos sistemas da RMS supera expressivamente as despesas atuais no seu combate, presumindo-se que grandes investimentos em redução das perdas ainda serão necessários para melhor posicionamento desses sistemas em relação aos seus limites econômico e técnico de perdas.

1.8.1.6 Síntese das ações realizadas pela Embasa para o controle e redução de perdas

Face aos elevados índices de perdas de água no Brasil, atualmente dispõe-se de diversas publicações sobre o tema, produzidas por entidades públicas e associações ligadas às áreas de saneamento e recursos hídricos, visando o combate das perdas. Nessas publicações, entre as quais as referenciadas no presente relatório, encontra-se farta literatura sobre metodologia e ações recomendadas para o controle das perdas, que devem ser analisadas, estruturadas e adequadas à situação de cada sistema pelo prestador dos serviços de abastecimento. Não sendo o propósito deste relatório aprofundar-se sobre o tema, sintetiza-se na **Figura 1.195** e na **Figura 1.196** as ações mais importantes para combater os diferentes tipos de perdas reais e aparentes.

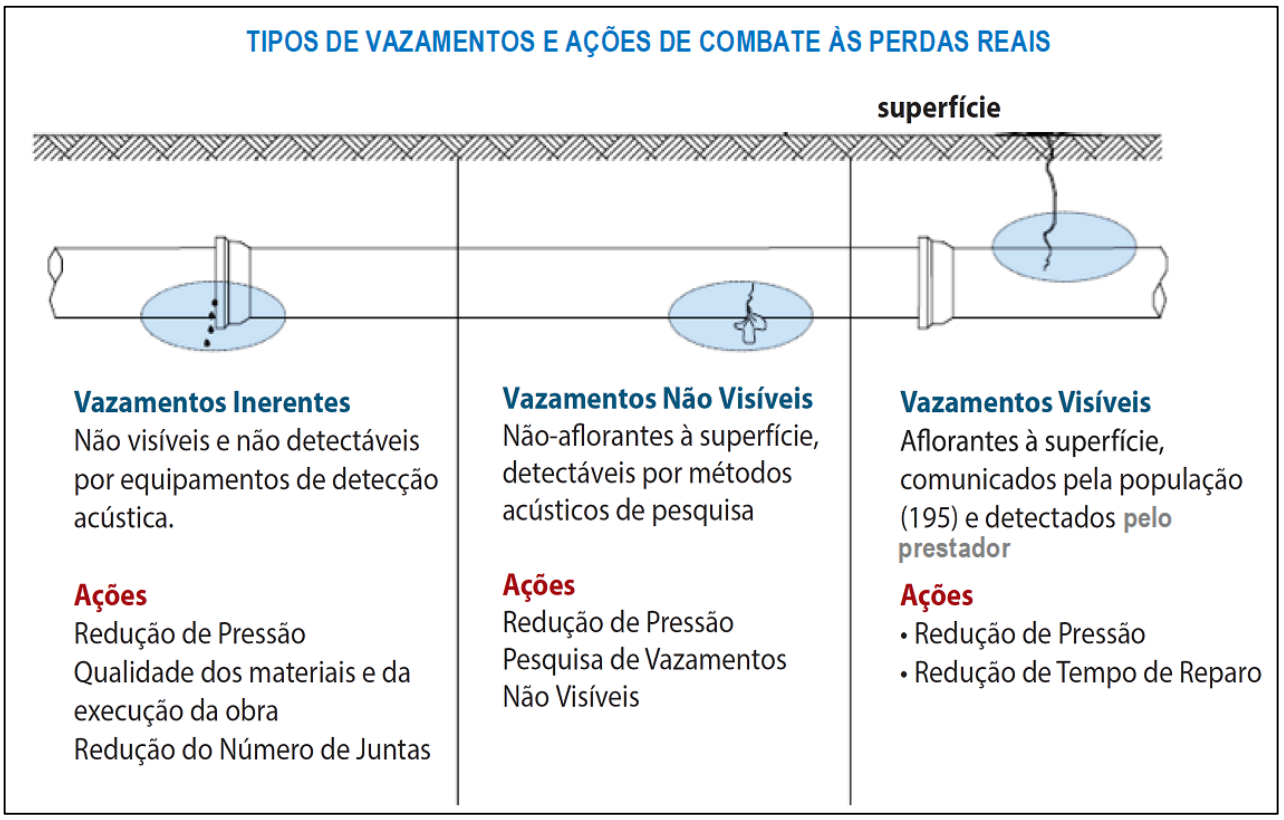


Figura 1.195 - Síntese das ações para o controle de redução de perdas reais
Fonte: FUNASA (2014).

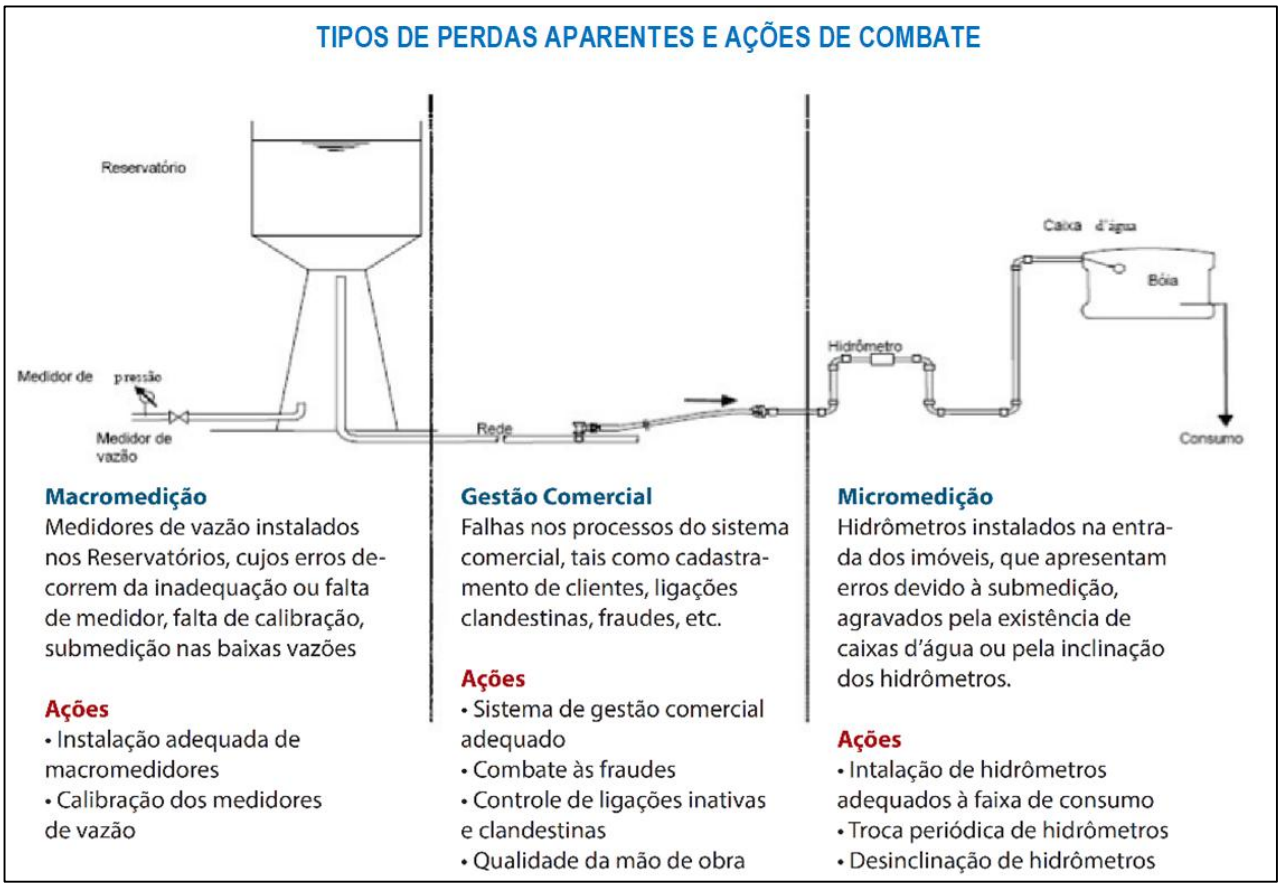


Figura 1.196 - Síntese das ações para o controle de redução de perdas aparentes
Fonte: FUNASA (2014).

De acordo com a Embasa (*apud* PMSBI de Salvador, 2023) todas as Unidades Regionais do SIAA de Salvador possuem equipes responsáveis pela execução de ações concentradas na redução e controle de perdas físicas e aparentes de água.

Quanto ao controle de perdas reais, as equipes estão organizadas hierarquicamente na forma de Gerência de Operação de Sistema e Controle de Perdas Reais, Gerência Comercial e de Contratualização, Gerência de Serviços e Supervisão de Perdas. Além disso, a Gerência de Suporte Operacional (MSSO), pertencente à Superintendência de Serviços de Água e Esgotamento Sanitário (MS), coordena atividades e ações voltadas à redução de perdas reais, que são executadas pelas Unidades Regionais. Quanto à gestão de perdas aparentes, esta é realizada pela Gerência Comercial e pelas Supervisões de Cadastro, Relacionamento com Clientes, Faturamento e Arrecadação (PMSBI de Salvador, 2023).

Quanto à gestão de perdas aparentes, esta é realizada pela Gerência Comercial e pelas Supervisões de Cadastro, Relacionamento com Clientes, Faturamento e Arrecadação. A Gerência de Suporte Comercial (MSSC), vinculada à MS, é responsável pela coordenação das atividades e ações voltadas à redução de perdas aparentes, que são executadas pelas Unidades Regionais (PMSBI de Salvador, 2023).

As principais ações adotadas pela Embasa, à nível geral, para o controle de perdas reais (físicas) e aparentes, executadas na área de abrangência do SIAA de Salvador são apresentadas a seguir:

- ***Atualização do Cadastro da rede distribuidora***

A EMBASA conta, em especial no caso do SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas, com uma setorização razoavelmente estruturada, escritórios descentralizados para atendimento às demandas setoriais, ao qual se acrescenta também material de estoque para o combate às chamadas perdas físicas, causadas quando da ocorrência de danos físicos nas tubulações e acessórios.

A empresa busca manter o cadastro técnico das redes do SIAA atualizado, no entanto, constata-se a necessidade de aprimorar o cadastro desse sistema, particularmente em setores que abrigam redes antigas. Conforme mencionado pela NG Infra (2024), as diversas bases de cadastros e extensões de arquivos (como .dwg, .shp, .xlsx, .pdf), que a Embasa detém, possuem incompatibilidades. Para maior confiabilidade, é necessário realizar um compilado das informações dos cadastros existentes, bem como a verificação com a equipe de operação.

Na fase de diagnóstico foram apresentadas plantas e mapas disponibilizados pela Embasa, ilustrando as linhas tronco das Zonas de Abastecimento na área de abrangência do SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas.

- ***Setorização da distribuição***

A setorização da rede de distribuição de água constitui-se em fator importante para a correta operação do sistema de abastecimento, possibilitando manter a rede em faixas adequadas de pressões máximas e mínimas. No SIAA de Salvador se constata que a setorização já está implantada. Conforme os dados apresentados no **item 1.8.1.3**, pode-se identificar as Zonas de Abastecimento com maior incidência de perdas. A Embasa já possui conhecimento da situação existente e dispõe de informações substanciais sobre as causas dessas perdas, como apresentado no Balanço Hídrico monitorado pela prestadora. Um dos aspectos observados em campo, que dificultam o gerenciamento das perdas nos setores, são as zonas de abastecimento que são atendidas por mais de um setor de reservação ou mais de uma Unidade Regional. Tais questões deverão ser resolvidas com máxima brevidade, por meio da criação de novas Zonas de Abastecimento ou alterações nas configurações de algumas ZA.

No **Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade,** que compõe o Tomo III da Fase 2 desse Plano, será apresentada a verificação hidráulica das principais linhas tronco das Zonas de Abastecimento do SIAA de Salvador, incluindo a avaliação das pressões de serviço, constatando-se a existência de Zonas de Abastecimento com pressões inadequadas, que certamente contribuem para os altos índices de perdas registrados. Medida essencial para o combate às perdas no SIAA de Salvador será a readequação dos Setores de Abastecimento, visando corrigir as deficiências indicadas no **item 1.7** (Sistema de Reservação e Distribuição) do presente relatório, especialmente naqueles setores atualmente atendidos diretamente por adutoras e subadutoras, no regime de distribuição em marcha. A proposta para readequação dos Setores de Abastecimento também será apresentada nos Estudos de Concepção e Viabilidade.

- ***Implantação e Monitoramento de Distritos de Medição e Controle (DMC)***

A implantação dos Distritos de Medição e Controle é uma importante ferramenta para gerenciamento das perdas de água, sendo padronizada pela International Water Association - IWA, como uma das melhores práticas de gestão das perdas de água. Consiste na divisão de grandes áreas de abastecimento em áreas menores, permitindo analisar as vazões, pressões e perdas de água na rede. O monitoramento dos DMC também é útil para análise da continuidade do abastecimento, da qualidade da água, da deterioração acelerada da infraestrutura, e do comportamento dos consumos da área, permitindo assim um planejamento efetivo no direcionamento das ações. O DMC deve ser uma parte da rede de distribuição perfeitamente delimitada, estanque e isolável (ARCE, 2016).

A Embasa tem investido nos estudos para implantação dos distritos de medição e controle nas zonas de abastecimento de água do SIAA de Salvador, a exemplo foram do Contrato 460017670/2001, com objetivo de Realização de Diagnóstico e elaboração de Projeto de Otimização Operacional e Redução de Perdas de Água nas áreas de influência dos Reservatórios R23 (UMB), R7 (UML) e da subadutora R7-R15 (UMF) do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho, cuja os produtos foram elaborados pela empresa NG Infra e entregue à Embasa.

- ***Gerenciamento de pressões na rede***

Algumas experiências têm sido realizadas, havendo a recomendação de avanço neste tipo de ação. De acordo com a Embasa (*apud* PMSBI de Salvador, 2023), dentre as ações estão:

- Modelagem hidráulica de zonas de abastecimento para equilíbrio de pressões e vazões de distribuição;
- Implantação de dispositivos para gerenciamento de pressões (válvulas redutoras de pressão, controladores eletrônicos, inversores de frequência etc.).

Destaca-se que a utilização de Válvulas Redutoras de Pressão e as Válvulas de Controle Automáticas são recursos importantes para regular a pressão a jusante de um ponto e evitar danos causados pelo excesso de pressão. Conforme os dados fornecidos pela Embasa, existem 625 válvulas redutoras de pressão (VRP) em operação no SIAA de Salvador, sendo a maioria na UMJ e UML, conforme mostra a **Tabela 1.40**.

Vale destacar que a Embasa tem intensificado a substituição e instalação de válvulas redutoras de pressão no SIAA de Salvador. No período de 2020 a 2023, foram instaladas 152 novas válvulas, sendo 124 na UMJ. Nesse mesmo período, foi realizada a substituição de 56 VRP, sendo 43 na UML.

Tabela 1.40 – Quantitativo de válvulas redutoras de pressão em operação no SIAA de Salvador

Unidade Regional	Quantidade de VRP		
	Em operação (ago/2024)	Instaladas (2020-2023)	Substituídas (2020-2023)
UMB	64	17	3
UMF	72	5	0
UMJ	287	124	10
UML	232	6	43
Total	**655**	**152**	**56**

Fonte: Adaptado de Embasa (2024).

- ***Utilização de boosters na rede de distribuição***

Com vistas principalmente ao abastecimento de zonas mais altas e o controle dos distritos pitométricos, podem ser utilizados os conversores de frequência, objetivando a manutenção da pressão de recalque constante, independentemente das pressões a montante. No **item 1.7** foi apresentada a localização e características dos *boosters* existentes no SIAA de Salvador.

- ***Pesquisa e urgência no reparo de vazamentos e outras ocorrências***

A grande maioria dos vazamentos, em especial quando visíveis, é causada de forma fortuita e ocasional, a não ser no caso, por exemplo, de redes de cimento amianto e ou de materiais de qualidade inferior, não se tratando, pois, de perdas causadas por excessos de pressão e outras causas. As ocorrências fortuitas ou por intervenções indiretas são causadas por: escavações para implantação de outros serviços, construção de edificações, pressões exageradas de equipamentos sobre o leito de proteção das tubulações, deslocamento de tubulações por causas as mais variadas possíveis, ocorrência de mau tempo e chuvas intensas, e um grande número de interveniências nos ramais prediais.

Convém mencionar que os vazamentos podem se apresentar de forma visível e aflorantes, constatados diretamente; não visíveis, mas detectáveis por equipamentos como, por exemplo, no método acústico; e não visíveis nem detectáveis por equipamentos especiais. Fato concreto é que para a redução dessas perdas a EMBASA deve utilizar ações, tais como a redução da pressão; redução do tempo de reparo; pesquisa de vazamentos quando eles não são detectáveis diretamente; utilização de materiais de boa qualidade, entre outras. Ressalta-se que o equilíbrio de pressões é indispensável em todos os casos.

De acordo com a Embasa (2021 *apud* PMSBI de Salvador, 2023), a Embasa previu no Planejamento de 2022 a ampliação do uso de tecnologia disruptiva para auxiliar na identificação de vazamentos não aparentes. Dentre elas estão a aplicação de Georadar (Ground Penetration Radar-GPR) para localizar com precisão redes subterrâneas, e a contratação de pesquisa de vazamento via satélite. Além da implementação de pesquisa acústica de vazamentos não-visíveis.

- ***Substituição de redes***

A substituição de redes, principalmente as mais antigas, torna-se uma ação de fundamental importância a fim de evitar vazamentos, garantir a qualidade da água distribuída e as pressões necessárias para o atendimento da população. No **item 1.7** foram apresentadas as extensões totais de rede ampliadas ou substituídas no período de 2016-2023 para cada zona de abastecimento. Considerando apenas a substituição de redes, a Embasa forneceu os dados do período de 2020 a outubro de 2023. Conforme mostra a **Tabela 1.41**, nos anos de 2020 a 2023, mais de 60% das intervenções executadas nas redes do SIAA foi relativa à substituição. No ano de 2023, a substituição de rede correspondeu a cerca de 48,9% das intervenções executadas. O PMSBI de Salvador (2023) destacou que a Embasa prevê inicialmente uma taxa de substituição de rede de 1% a 1,5% a.a., com a previsão de incremento de acordo com seu plano de investimentos.

Tabela 1.41 - Extensão e substituição de rede no SIAA de Salvador

Ano	Comprimento de Rede (m)			% substituição
	Total	Extensão	Substituição	
2020	67.125,8	23.807	43.318,8	64,5%
2021	72.431,4	22.678	49.753,4	68,7%
2022	45.664,8	16.983,8	28.681	62,8%
2023	23.912,3	12.227,3	11.685	48,9%
Total	**209.134,3**	**75.696,1**	**133.438,2**	**63,81%**

Fonte: Adaptado de Embasa (2023e).

- ***Manutenção dos ativos do sistema***

Além da substituição de redes, é importante executar ações de reparo e reposição dos ativos do sistema, como boosters, válvulas e registros.

De acordo com o PMSBI de Salvador (2023), as equipes responsáveis pela execução de ações de redução e controle de perdas físicas de água realizam diagnóstico, análise crítica e execução de intervenções de campo para melhoria da infraestrutura de ativos (reservatórios, redes distribuidoras e ramais).

Conforme mostra a **Tabela 1.42**, foram realizadas 968 substituições ou novas intalações de *boosters,* VRP e registros no SIAA de Salvador, sendo quase 50% desses na UMJ.

Tabela 1.42 – Quantitativo de VRP, *boosters* e registros substituídos e instalados no período de 2020 a 2023

Ano	Unidade Regional				Total Geral
	UMB	UMF	UMJ	UML	
2020	17	7	14	0	38
2021	52	59	119	17	247
2022	80	45	130	29	284
2023	53	54	216	76	399
Total Geral	**202**	**165**	**479**	**122**	**968**

Fonte: Adaptado de Embasa (2023e).

- ***Monitoramento de vazões e pressões***

Conforme o PMSBI de Salvador (2023), a Embasa estava executando a implantação e reabilitação de estruturas de medição e controle de macrodistribuição do SIAA de Salvador, possibilitando melhor monitoramento, controle de fluxos de vazões e pressões ao longo das linhas da Adutora Principal (ETA Principal-R7) e da subadutora R7-R15.

A Embasa também tem investido na ampliação do serviço de telemetria, permitindo que a equipe operacional atue no combate às perdas a partir do monitoramento das adutoras de água bruta (pressão e vazão), monitoramento de reservatórios e elevatórias e pontos específicos da rede (pontos críticos de abastecimento, macromedidores, boosters e VRP).

Dentre as ações de redução e combate às perdas estão as melhorias na micromedição, o PMSBI de Salvador (2023) cita como ações realizadas pela prestadora:

- Substituição de hidrômetros para reduzir os erros de submedição: são substituídos os hidrômetros ultrapassam ao limite de idade de uso, ou que possuem elevado desgaste mecânico, ou ainda que estão subdimensionados, conforme o perfil de consumo dos usuários. Por meio de algoritmos especiais, são selecionados mensalmente os hidrômetros a serem substituídos. Além dos hidrômetros velocimétricos, a Embasa tem utilizado também hidrômetros volumétricos e hidrômetros ultrassônicos, este último, especificamente para os Grandes Consumidores;
- Ampliação do parque de hidrômetro: instalação de hidrômetros em ligações não medidas para melhoria da Estimativa de Consumo Não-Medido.

Vale destacar que as ações de combate às perdas são monitoradas mensalmente em Reuniões de Análise Crítica (em nível de Unidade Regional, Superintendência e Diretoria), de acordo com a Embasa (2024). Os instrumentos utilizados para monitoramento das perdas são:

- Balanço Hídrico (atendendo às diretrizes da International Water Association-IWA).
- Balance Score-Card (BSC).
- Controle Operacional de Água e Esgoto (COPAE).

- ***Combate às fraudes e ligações clandestinas***

A Embasa tem intensificado as ações de identificação e retirada de ramais irregulares e fraudulentos de ligações ativas e inativas e ligações clandestinas. Destaca-se que as fraudes e ligações clandestinas representam o maior impacto do aumento das perdas aparentes no SIAA de Salvador. Conforme estudos realizados pela Embasa, cerca de 80% das ligações oficialmente inativas estão reabertas em campo, sem compromisso com uso racional, certamente com consumo bem maior que o consumo médio unitário de uma economia residencial ativa. Segundo a prestadora, as ações rotineiras de combate a fraudes têm retirado uma média de 35.000 fraudes por ano, por meio de contratos específicos, além de ações dos contratos de manutenção (PMSBI de Salvador, 2023). Vale ressaltar que o índice de detecção/retirada das fraudes tem um sucesso da ordem de 30% (EMBASA, 2024).

A Embasa informou ainda que elaborou um projeto que visa alteração da metodologia de contratação de serviços de recuperação de ligações inativas e prevê a ampliação do uso de tecnologia disruptiva para auxiliar na identificação de ramais clandestinos, por meio da aplicação do Georadar (Ground Penetration Radar-GPR), citada anteriormente (PMSBI de Salvador, 2023).

Além disso, a Embasa implementou a chamada "Operação Burla", em parceira com as Polícias Civil e Militar, visando a retirada dos ramais fraudulentos de imóveis residenciais e comerciais mapeados pelas equipes das Unidades Regionais. No entanto, essa ação ocorre de forma limitada (PMSBI de Salvador, 2023). Vale destacar que uma das dificuldades da empresa, é segurança dos operadores em algumas áreas de risco, impedindo a retirada de ramais e ligações clandestinas.

- ***Contratos e Licitações em andamento***

- **Contrato 460019961/2023** - Prestação de Serviços de Implantação e Desenvolvimento dos Processos, Consultoria, Treinamentos para a Implementação do Estudo e Diagnóstico do Parque de Hidrômetros da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) para a Determinação do Índice de Desempenho da Medição (IDM) para Diminuição das Perdas Aparentes.
- **LC 08/2022:** Realização de Diagnostico e Elaboração com Implementação de Projeto de Otimização Operacional e Melhoria de Gestão e Redução das Perdas de Água na Área de Influência do Reservatório R-18 de Valéria.
- **LC 105/2021**: Realização de Diagnóstico e Elaboração com Implementação de Projeto de Otimização Operacional e Melhoria de Gestão e Redução das Perdas de água na área de influência do reservatório R-25 da Goméia, integrante do Sistema de Abastecimento de Água da RMS.
- **LC 124/2021**: Licitação de Diagnóstico e Elaboração com Implementação de Projeto de Otimização Operacional e Melhoria de Gestão e Redução das Perdas de água nas áreas de influência dos reservatórios R-1 (Duna) e R-19 (Campinas de Brotas).

Para os estudos licitados referentes ao R-18, R-25, R-1 e R-19, as licitações foram recentemente revogadas. A Embasa publicou comunicados nos processos de licitação informando a pretensão de revogação, nos quais foram apresentados como motivos:

- Necessidade de rever o percentual de cálculo do ISS que a Embasa vinha adotando, conforme apontado em auditoria do TCE/BA, visto que a presente licitação foi pautada com cálculo do ISS sem obedecer aos novos cálculos orientados pela TGF, conforme legislação de cada município.
- Nos modelos licitados não existem ganhos por performance, tendo a Embasa a necessidade de rigorosa fiscalização, sendo os riscos únicos impetrados para a Embasa (remuneração por preço unitário).

Conforme apresantado anteriormente, a Embasa contratou a Realização de Diagnóstico e elaboração de Projeto de Otimização Operacional e Redução de Perdas de Água nas áreas de influência dos Reservatórios R23 (UMB), R7 (UML) e da subadutora R7-R15 (UMF), cuja os produtos já foram finalizados pela empresa NGInfra e entregue à Embasa. De acordo com a Embasa (2024), serão lançados processos licitários, contemplando os requisitos de Performance a Embasa, para implementação do projeto de otimização do Setor R23-UMB. Na sequência, serão lançados certames envolvendo o Setor R7-UML e a área atendida pela Subadutora R7 x R15 (Dist. em marcha) -UMF.

A Embasa (2024) destaca que o Programa de Controle e Redução de Perdas deve assumir papel de Protagonista nesse cenário de investimentos CAPEX e OPEX, em detrimento da simples expansão dos Sistemas, principalmente face às dificuldades já amplamente destacadas: mananciais mais distantes, dificuldades com qualidade da água bruta/eficiência do tratamento, custo de energia elétrica e estagnação/redução do crescimento populacional nos municípios de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho.

1.8.2 Eficiência Energética

Durante muito tempo operaram concomitantemente no estado da Bahia a Embasa e a Companhia de Energia Elétrica da Bahia – COELBA, tendo ambas as empresas como acionista majoritário o Estado da Bahia. Nesse período, eventuais dificuldades da Embasa na solução de problemas financeiros relacionados aos serviços de energia elétrica prestados pela COELBA eram sanadas com a intervenção do Governo do Estado.

Em meados de 1997 a COELBA foi privatizada, anulando-se a ingerência governamental sobre a empresa, passando a Embasa operar sem a flexibilidade de antes no que diz respeito às obrigações financeiras relativas às suas despesas com energia elétrica. Logo de início, viu-se a Embasa em dificuldades devido aos vultosos custos de energia, contribuindo para isso a falta de maior controle dos seus diversos pontos de consumo, uma vez que as ligações de energia, em quase sua totalidade, inclusive relativas a equipamentos de maior porte, não consideravam os horários de pico, e, portanto, não eram beneficiadas pelas *tarifas de incentivos*, menos onerosas. Além disso, contribuíam para o aumento das contas de energia o funcionamento de conjuntos motobombas superdimensionados ou motores funcionando em vazio, com baixo fator de potência; a existência de ligações de equipamentos em muito baixas voltagens; a inadequação de uso de equipamentos, principalmente nas operações de partida, provocando altas solicitações de carga etc.

O problema assume relevância ao se considerar, por exemplo, que no SIAA de Salvador somente cerca de 10% da água bruta aflui às estações de tratamento sem bombeamento e que toda a água tratada distribuída para consumo passa forçosamente por pelo menos um bombeamento. Nesse contexto, a perda de água, provocada por qualquer que seja a razão, implica em perda de energia, incrementando ainda mais as despesas com este insumo, que é geralmente o segundo mais dispendioso entre as despesas operacionais de Sistemas de Abastecimento de Água, sendo superado apenas pelo custeio de pessoal.

Em Sistemas de Abastecimento de Água, a exemplo daqueles que compõem a RMS, Santo Amaro e Saubara, toda a água distribuída tem um custo de energia no seu preço final. A diminuição de perdas significa redução do consumo de energia.

De acordo com GOMES (2007), referenciado por SOBRINHO (2012), há necessidade da inserção de indicadores de eficiência energética, induzindo novas posturas no gerenciamento dos projetos; utilização de modelos hidráulicos, visando solidificar ações e desenvolvimento de tecnologias de gerenciamento integrado das perdas reais e aparentes de água e o uso eficiente da energia elétrica.

As prioridades em cada área de atuação operacional são definidas considerando os fatores que causam maiores perdas de energia, em conformidade com as seguintes recomendações de IONESCU (2004) acerca dos principais cuidados na elaboração de um projeto, para utilização da energia elétrica de forma mais eficiente:

- Dimensionar as unidades a serem instaladas, evitando relações estreitas entre elas e a potência elétrica total do sistema;
- Escolher a tensão adequada para o sistema;
- Instalar equipamento de rotação variável nos mecanismos de bombeamento, em especial nos sistemas que não possuem reservação.

Além do que recomenda IONESCU, alguns aspectos muito importantes a serem considerados em relação aos inversores de frequência e a outros recursos disponíveis para o alcance da eficiência energética são comentados a seguir.

- **Inversores de Frequência**

Em um sistema de abastecimento, quando o bombeamento de água é dirigido diretamente ao consumidor, faz-se necessário controlar a vazão em função da demanda, que varia ao longo do dia. O objetivo do controle de vazão é manter a pressão constante ou em um valor preestabelecido (TSUTIYA, 2005). Os sistemas de

bombeamento convencionais são operados mediante o controle da vazão obtido por válvulas que são manobradas de acordo com as necessidades operacionais de demanda ou com o uso de um *by-pass* na saída do recalque, cuja função é o retorno de uma parcela da vazão recalcada à caixa ou reservatório de sucção, fazendo com isso a dosagem da vazão aos níveis desejados (RODRIGUES, 2007).

O uso de válvulas para controle da vazão provoca o deslocamento do ponto de operação (interseção da curva da bomba com a curva do sistema) por meio do aumento da perda de carga, progressivamente sobre a curva da bomba até se encontrar o ponto desejado para uma determinada vazão. Como a potência consumida pela bomba é proporcional à vazão e a carga, o que se tem é uma redução gradativa da vazão bombeada com um aumento de consumo (RODRIGUES, 2007).

Em contraposição à operação anteriormente descrita, no controle de vazão por utilização de variadores de velocidade, a mudança da velocidade de rotação do motor faz com que a vazão de recalque mude pelo simples deslocamento da curva da bomba sobre a curva do sistema (GURGEL, 2006). Isso faz com que o consumo de energia seja proporcional à rotação do motor, ou seja, nem mais nem menos, apenas o necessário (RODRIGUES, 2007). Mediante a lei de semelhança, observa-se que uma redução de 10% nas velocidades de rotação das máquinas hidráulicas representa uma economia de energia elétrica de 27% (GURGEL, 2006).

- **Soft-starters**

A partida dos motores elétricos dos sistemas de bombeamento, quando não efetuada com os devidos cuidados, pode provocar transientes hidráulicos, picos de corrente, quedas de tensão, choques mecânicos e consequente diminuição da vida útil do motor e outros equipamentos. O *soft-starter* é um equipamento elétrico capaz de controlar a potência do motor no instante da partida, bem como sua frenagem, ao contrário dos métodos convencionais utilizados para essa função, evitando os efeitos indesejáveis das etapas de partida e parada do conjunto proporcionando proteção eletrônica integral do motor (TSUTIYA, 2005).

- **Corte de rotores**

Em conjuntos motobombas superdimensionados ou que, devido ao desgaste pelo uso, já não operam como deveriam, ou seja: fora dos pontos de trabalho para os quais foram dimensionados, geralmente apresentam baixo rendimento e aumento nas despesas de energia. Deve-se reavaliar os equipamentos, mediante estudos para corte dos rotores, utilizando-se as mesmas carcaças das bombas (GURGEL, 2006). Com redução dos rotores são reduzidas também as solicitações de potência dos motores, com expressiva redução de energia, a depender da potência dos equipamentos.

- **Banco de capacitores**

O fator de potência não influi diretamente na energia elétrica paga nas contas mensais, isso porque os medidores de energia medem apenas a potência absorvida e não a potência aparente. Entretanto, nos motores em que os fatores de potência são baixos, as correntes são maiores, aumentando as perdas na instalação, e em consequência as concessionárias cobram uma sobretaxa pela energia elétrica para fator de potência abaixo de 0,92, resultando em um aumento das contas mensais. Motores operando em vazio, motores superdimensionados, transformadores operando em vazio, transformadores superdimensionados, nível de tensão acima da nominal, grande quantidade de motores de pequena potência são as principais causas do baixo fator de potência (TSUTIYA, 2006).

- **Automação**

Quando a operação do sistema de abastecimento de água ocorre sem automação, o tempo entre a detecção da necessidade de manobras e comandos e a resposta da equipe responsável pela operação pode proporcionar com maior celeridade os vazamentos, sobrepressões, interrupção do fornecimento entre outros efeitos. A

automação da estação elevatória é uma ferramenta importante para boa operação e otimização do sistema, pois viabiliza a interpretação dos dados por equipamentos dotados de telemetria, que possibilita a tomada de decisão. Projetos mais modernos usam da otimização energética em tempo real da operação de sistemas de abastecimento de água para controle mais preciso das manobras (CUNHA, 2013).

- **Tarifas de Energia**

Evitar ou reduzir o consumo energético nas horas de ponta (horas em que o sistema produtor/distribuidor da concessionária de energia elétrica é mais demandado pelos clientes) não economiza propriamente energia em quantidade, mas em qualidade, uma vez que possibilita à concessionária melhor equilíbrio do seu sistema e promove economia dos recursos financeiros, na medida em que as concessionárias incentivam esse procedimento por intermédio de sua estrutura tarifária diferenciada (BARRETO, 2008).

As tarifas de energia elétrica são determinadas pela Agência Nacional de Energia – ANEEL, que estabelece também os critérios de classificação dos consumidores e as formas de cobrança de energia elétrica. De acordo com as demandas operacionais do sistema ou do processo, pode-se selecionar a modalidade de cobrança mais adequada e vantajosa economicamente (TSUTIYA, 2005).

Segundo Cassiano Filho (1989 apud TSUTIYA, 2005), nas instalações em que é possível a redução de demanda e consumo no horário de ponta, a utilização de tarifa azul pode representar economia de até 50% se comparada com a tarifa convencional. No entanto, é de fundamental importância o controle de demanda, a fim de se evitar as demandas ultrapassadas, cujo custo é de três vezes superior ao da tarifa normal, gerando grandes prejuízos.

- **Manutenção preventiva e preditiva**

Vazamentos através das gaxetas das bombas além da perda de água, contribuem geralmente para a redução de rendimentos dos equipamentos hidráulicos; barriletes com vazamentos e pontos de ferrugem, representam perdas de água; válvulas de retenção apresentando reversão de fluxo, podem ocasionar recirculações de água nos equipamentos quando em sua parada de operação; painéis elétricos antigos e deteriorados comprometem a proteção do sistema e podem aumentar o consumo de energia. As inspeções das estruturas que compõem os sistemas elevatórios, bem como as manutenções preventivas e preditivas são indispensáveis para o bom funcionamento e prolongamento da vida útil dos equipamentos e estruturas de apoio, com menos perdas de água e maior eficiência do uso da energia.

- **Revisão e mudanças no sistema**

Além das avaliações particularizadas das diversas etapas do sistema, a avaliação global, a inspeção das estações elevatórias, reservatórios e o equilíbrio de pressões na rede de distribuição devem ser avaliados e podem conduzir a revisão e atualização do sistema desde a sua captação à sua distribuição.

1.8.2.1 Síntese das ações realizadas pela Embasa

Na Embasa, a gestão do suprimento energético é de responsabilidade da Gerência de Energia Elétrica (TDOE), que tem o objetivo de promover o uso racional e reduzir despesas com energia elétrica, minimizar impactos dos reajustes, bandeiras tarifárias e mudanças regulatórias, assim como estratégias de contratação de energia.

Buscando reduzir as despesas com energia em suas operações, em meados do ano de 2017, a Embasa passou a integrar o Mercado Livre de Energia (ACL), iniciando com atendimento de 30% do seu consumo a partir desse formato e aumentando para 52% desse consumo até o ano de 2022. Como menciona a ABRACEEL (2023), o Mercado Livre de Energia permite aos consumidores a negociação livre da energia elétrica com os fornecedores, sendo que o consumidor assume o protagonismo, detendo a escolha da fonte, do período de contratação, dos parceiros comerciais e das eventuais flexibilidades e demandas específicas. Nessa

modalidade, os consumidores e fornecedores celebram contratos de comercialização de energia elétrica com as condições negociadas entre ambos.

De acordo com o PMSBI de Salvador (2023), no ano de 2021, a Embasa abriu chamada pública para estruturação de projeto de geração de energia elétrica a partir de fontes eólica e solar, visando reduzir os gastos com energia elétrica, aumentar sua eficiência energética e aderir ao uso de fontes renováveis. O objetivo do projeto é suprir em 40% o consumo de energia elétrica de toda a empresa a partir de 2023.

Em 2023, a Embasa assinou contrato com líder mundial fornecedora de energia para entregar 350 gigawatts/hora ano de forma incentivada, com desconto de 50% na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição, a partir de julho de 2024 até 2043. A meta da Embasa é suprir todos os sistemas operados em alta tensão com energia eólica e solar até o ano de 2026. Essa iniciativa irá promover uma economia anual de R$ 103 milhões com os custos de energia elétrica (EMBASA, 2023j). De acordo com Gerência de Energia Elétrica – TDOE da Embasa (2024), desde julho de 2024 todas as elevatórias que abastecem Salvador e RMS migraram para o mercado livre de energia, passando a consumir energia a partir de fonte renováveis.

Conforme a Embasa (2023j), mais de 800 sistemas de abastecimento de água tratada e esgotamento sanitário estão passando por adequações nas instalações para serem supridos por energia renovável. As adequações se referem a melhorias construtivas e eletromecânicas, renovação das instalações elétricas e sinalização de segurança das unidades operacionais, atendendo às exigências da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

Além da inserção no Mercado Livre de Energia, a Gerência de Energia Elétrica – TDOE da Embasa (2024) destaca as seguintes ações realizadas no âmbito do SIAA de Salvador.

- Implantação do projeto de eficiência energética da Bolandeira: Modernização do parque de equipamentos com substituição de bombas, motores e instalação de inversor de frequência. Investimento: R$ 2 milhões.
- Instalação de inversores de frequências nas unidades operacionais da UML (EEAT R7T e R25T), UMJ (EEAT R17T, R10T, R14T) e UMF (EEAT R3T, R5T, R15T e R19T): encontra-se previsto para os anos de 2024 a 2027 a modernização dos Setores com a substituição de motores menos eficientes por motores IR3 e instalação de inversores de frequência. Investimento: R$ 1,5 milhão. Vale destacar que durante as visitas técnicas às gerências operacionais, foram informados o uso de inversores de frequência em quase todas as Elevatórias Setoriais.
- Implantação do projeto de eficiência energética do R7 Cabula: Modernização do parque de equipamentos com substituição de bombas, motores e instalação de inversor de frequência. Investimento: R$ 2 milhões.

Além dessas ações, de acordo com o PMSBI de Salvador (2023), a Embasa informou que, em 2021, estavam em andamento ou em planejamento as seguintes ações para aumento de eficiência energética:

- **Implantação do Projeto Eficiência Ipitanga II:** estava previsto para meados de 2022, contemplando a instalação de motores de alto rendimento em substituição aos motores atuais (250 cv), bem como a instalação de inversores de frequência.
- **Diagnóstico Energético**: estava em andamento a execução do contrato de monitoramento de rendimento de conjuntos motor-bomba em tempo real, contemplando a implantação de sistema de monitoramento em tempo real do comportamento dos principais conjuntos motor-bomba, que atendem a Salvador e Região Metropolitana (ETA Principal, Bolandeira, Pedra do Cavalo, R7 Cabula, R15 Federação, Booster Joanes e Captação Santa Helena), possibilitando o acompanhamento do consumo específico, consumo de energia, vazão e pressões.

Em acréscimo aos comentários anteriores, convém destacar que o processamento adequado das informações do COPAE e da Divisão de Geoprocessamento (integrante do Departamento de Gestão de Sistemas Corporativos do Sistema de Distribuição, vinculado à Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação) constituem subsídios importantes para a obtenção da eficiência energética e controle de perdas. Essas informações possibilitam o conhecimento localizado dos consumos e das perdas, as quais associadas à outras informações operacionais, a exemplo do conhecimento localizado das pressões nas principais linhas tronco das Zonas de Abastecimento, em muito poderão contribuir para a tomada de decisões na área de controle de perdas e eficiência energética.

REFERÊNCIAS

ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água**: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate – ABES, 2013. 45 p

ABRACEEL. Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia. **Cartilha do Mercado Livre de Energia**. Disponível em <https://abraceel.com.br/wp-content/uploads/post/2023/10/Cartilha-do-Mercado-Livre-de-Energia.pdf>. Acesso em mai. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Hidroweb: sistemas de informações hidrológicas**. Disponível em: 2014

BAHIA. **Decreto Estadual nº 6.548, de 18 de julho de 1997**. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA do Lago de Pedra do Cavalo, nos Municípios de Conceição de Feira, Cachoeira, Antônio Cardoso, Santo Estevão, Governador Mangabeira, Castro Alves, Cruz das Almas, Feira de Santana, Muritiba, São Félix e São Gonçalo dos Campos, e dá outras providências. 1997.

BAHIA. **Instrução Normativa Nº 01, de 27 de fevereiro de 2007**, dispõe sobre a emissão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Bahia, assim como a sua renovação, ampliação, alteração, transferência, revisão, suspensão e extinção, e dá outras providências. 2007.

BARRETO, Gilberto Caldeira. **Avaliação da Operação e Estimativa das Perdas de Água e Energia Elétrica no 3º Setor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém**, 2006. (Dissertação Mestrado em Engenharia Civil – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal do Pará – UFPA.

BRASIL. **Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: Acesso em: 22 mar. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CAGECE. **Resolução nº 53/2016**. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/53/2016/03/resolucao-ap-arce-03-2016.pdf>. Acesso em mai. 2024.

CENTRO DE PLANEJAMENTO DA BAHIA - CEPLAB. **Atlas Climatológico do Estado da Bahia: análise espacial da temperatura.** Documento n. 1. Salvador, 1976. v.1, 237p. Editado pelo antigo Centro de Estatística e Informação – CEI, da Secretaria de Planejamento Ciência e Tecnologia, entidade que atualmente corresponde ao SEI BAHIA, Secretaria de Desenvolvimento Urbano. Livro das Barragens.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**. Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. 2022. 36 p.

CUNHA, Alice Araújo Rodrigues da, et AL. **Soluções diferenciadas de engenharia hidráulica aplicadas para elevar a eficiência energética no abastecimento de água do entorno do Distrito Federal**, 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais ABES, Goiânia, 2013.

DESENVALE. **Projeto Executivo do Sistema Adutor de Pedra do Cavalo**. Tecnosan, 1981.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe**. Segundo Relatório Parcial e Relatório Final. Salvador: GEOHIDRO, 1996.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água de Salvador Extensivo aos Demais Municípios da RM**S. Salvador: Hydros, 1998.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Projeto Básico de Ampliação do Sistema Adutor de Água Bruta Joanes II / ETA Principal**. Salvador: GEOHIDRO, 2007.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Reorganização do Setor de Abastecimento de Água R4-Pitangueiras, Salvador-BA**. Projeto Executivo. Edição final. Salvador: Sanear Consultoria Gerenciamento e Projetos S. S. LTDA, 2012.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Nova estação elevatória Joanes I – Bolandeira**. Salvador: Vazão Engenharia, 2013.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Dados operacionais diversos disponibilizados por: Escritórios Regionais, Departamento de Projetos, Parque da Bolandeira, e outros setores.** 2014a.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta e Ampliação da Adutora de Água Tratada Principal**. Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade. Salvador: Hita Engenharia e Arquitetura Ltda, 2014b.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Projeto Executivo de Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água de Simões Filho no Estado da Bahia**. Tomo II - Projeto Hidráulico Arquitetônico e Civil. Volume I (A) - Memorial Descritivo. Salvador: Beck de Souza Engenharia, 2014c.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta e Ampliação da Adutora de Água Tratada Principal**. Projetos hidráulico, arquitetônico e civil. Salvador: Hita Engenharia e Arquitetura Ltda, 2018a.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Ampliação da ETA Principal e da Estação Elevatória de Água Tratada e Implantação do Sistema de Tratamento de Efluentes da ETA**. Projetos hidráulico, arquitetônico e civil. Salvador: Hita Engenharia e Arquitetura Ltda, 2018b.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Projeto de Adequações Hidráulicas nos Decantadores de Alta Taxa e nos Filtros da ETA Principal**. Salvador: Hidrosan, 2021a.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Projeto Executivo de Engenharia para implantação do Setor de Abastecimento de Água R22.** Salvador: Engeconsult, 2021b.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Revisão do Projeto Básico de Ampliação do SIAA de Simões Filho (zona de abastecimento 03) no Município de Simões Filho – BA.** Salvador: MDMERICIS Engenharia – ME, 2021c.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Estudos de Concepção, viabilidade e EIA/RIMA de implantação da Barragem no Rio Pojuca e Sistema Adutor para Atendimento ao Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador - Bahia**. Fase 3: Anteprojeto. Salvador: PS Consultoria e Projetos, 2023a.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO – EMBASA. **Estudo Hidrogeológico da Borda Leste da Bacia do Recôncavo.** Salvador: Embasa, 2023b.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Plano de Segurança da Água do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador – BA**. Salvador: Consórcio Hidrosan-Nova Engevix, 2023c.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Elaboração do Projeto Básico do Sistema de Adução de Águas Captadas nos Poços Profundos do Aquífero São Sebastião, visando à Ampliação do SIAA de Salvador.** Relatório Hidráulico, Arquitetônico e Civil. Contrato Nº 460019879/2022. Salvador, 2023d.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Dados operacionais diversos disponibilizados por:** Escritórios Regionais, Departamento de Projetos, Parque da Bolandeira, e outros setores. 2023e.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Diagnóstico Operacional do Sistema de Distribuição de Água: Parque de Reservação R23 (UMB)**. Salvador: NG INFRA, 2023f.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Diagnóstico Operacional do Sistema de Distribuição de Água: Subadutora R7-R15 (UMF)**. Salvador: NG INFRA, 2023g.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Projeto de Otimização do Sistema de Distribuição de Água do Parque de Reservação R7**. Salvador: NG INFRA, 2023h.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Diagnóstico Operacional do Sistema de Distribuição de Água: Parque de Reservação R7 (UML)**. Salvador: NG INFRA, 2023i.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Sistemas de Água e Esgoto estão sendo preparados para receber energia renovável**. 2023j. Disponível em: <https://www.embasa.ba.gov.br/w/sistemas-de-agua-e-esgoto-estao-sendo-preparados-para-receber-energia-renovavel-> Acesso em mai. 2024.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Dados operacionais diversos disponibilizados por:** Escritórios Regionais, Departamento de Projetos, Parque da Bolandeira, e outros setores. 2024.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Dados operacionais diversos disponibilizados por:** Escritórios Regionais, Departamento de Projetos, Parque da Bolandeira, e outros setores. 2025.

GENZ, F. 2006. **Avaliação dos Efeitos da Barragem Pedra do Cavalo sobre a Circulação Estuarina do Rio Paraguaçu e Baía de Iguape**. Tese de doutorado. Instituto de Geociências. UFBA. 245p.

GURGEL, Breno Botelho Ferraz do Amaral. **Proposição de uma metodologia para avaliação de inversores de frequência em estações elevatórias de água: estudo de casos no Sistema de Abastecimento de Água de São José dos Campos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - INEMA. **Estudo do Regime de Vazões Ambientais à jusante da UHE de Pedra do Cavalo / Baía do Iguape**. Universidade Federal da Bahia, 2014.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA – IICA. Balanço Hídrico para a Revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Quarto Produto – Relatório Técnico. Contratos nº 109057, 109058 e 109059**. Consultores José Mário Guimarães Miranda, Rosa Virgínia Maia Guimarães Miranda e Nilton Sousa Santana. 2012.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. **Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos**, 2013.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCDA. **Guias Práticos: técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água**. Brasília: PNCDA, Volumes 1 a 5. Ministério das Cidades/SNSA, 2007.

RODRIGUES, Walmir. Cri**térios para o uso eficiente de inversores de frequência em sistemas de bombeamento de água**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO – SIHS. **Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara (PARMS).** Relatório Parcial: Fase 1, Tomo II, Estudos Básicos, Cap. 1 - Diagnósticos dos SAA dos municípios de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho. Salvador: GEOHIDRO, 2016.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO – SIHS. **Plano Estadual de Segurança Hídrica com Diagnósticos, atualização do Balanço Hídrico e detalhamento de Intervenções Estratégicas.** Relatório de Análise do Comportamento Hidrológico das Barragens e dos Mananciais. Salvador: Consórcio HIDROBAHIA, 2022.

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS - SEINFRA**. Plano Municipal de Saneamento Básico Integrado de Salvador (PMSBI)**. Tomo III: Cenários e Prospecções para os Serviços de Saneamento Básico. Salvador: CSB Consórcio, 2023. Disponível para download: <https://seinfra.salvador.ba.gov.br/produtos/>

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO - SEDUR. **Projeto de Revitalização e Gestão Ambiental dos Mananciais do Sistema Joanes/Ipitanga.** Relatório de Estudos Hidrológicos. Contrato no 163/09 - Salvador – Janeiro 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Série Histórica**. 2022.

SOBRINHO, Renavan Andrade. **Gestão das perdas de água e energia em sistemas de abastecimento de água da EMBASA: um estudo dos fatores intervenientes na RMS**. 2012. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água**. 1ª ed. São Paulo: ABES, 2005,185 p.

APÊNDICE 1 – QUALIDADE DA ÁGUA DOS MANANCIAIS

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
14/12/20	90576	-	-	-	-	-	-	-
21/12/20	120400	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	249800	-	-	-	-	-	-	-
04/01/21	67998	-	-	-	-	-	-	-
11/01/21	156312	-	-	-	-	-	-	-
18/01/21	129464	-	-	-	-	-	-	-
25/01/21	17860	-	-	-	-	-	-	-
01/02/21	53200	-	-	-	-	-	-	-
08/02/21	275993	-	-	-	-	-	-	-
15/02/21	89280	-	-	-	-	-	-	-
22/02/21	156400	-	-	-	-	-	-	-
01/03/21	159000	-	-	-	-	-	-	2,55
08/03/21	98020	-	-	-	-	-	-	-
16/03/21	258468	-	-	-	-	-	-	-
22/03/21	48608	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	85741	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	43960	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/21	24480	-	-	-	-	-	-	-
19/04/21	96300	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	119748	-	-	-	-	-	-	-
03/05/21	101184	-	-	-	-	-	-	-
12/05/21	21420	-	-	-	-	-	-	-
17/05/21	12000	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	27720	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	78000	-	-	-	-	-	-	-
07/06/21	49300	-	-	-	-	-	-	-
14/06/21	29240	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	12240	11,21	-	-	-	-	-	-
28/06/21	49088	-	-	-	-	-	-	-
05/07/21	5400	< 10,68	-	-	-	-	-	-
12/07/21	22880	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	10140	-	-	-	-	-	-	-
26/07/21	23040	-	-	-	-	-	-	-
02/08/21	70379	15,91	-	-	-	-	-	-
12/08/21	42399	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	41652	-	-	-	-	-	-	-
23/08/21	128960	-	-	-	-	-	-	-
30/08/21	183960	-	-	-	-	-	-	-
06/09/21	118500	< 10,68	11	2,4	0,06	8,15	-	4,84
13/09/21	88530	-	-	-	-	-	-	-
20/09/21	360060	-	-	-	-	-	-	-
27/09/21	82560	-	-	-	-	-	-	-
04/10/21	115056	-	-	-	-	-	-	-
11/10/21	103400	-	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
14/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/03/21	-	< 1	< 3	-	< 3	< 1	< 2	-	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
08/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/05/21	< 0,5	< 1	-	-	-	< 1	-	< 1	< 2	-	-	-	-
12/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/09/21	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
13/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
18/10/21	54167	< 10,68	-	-	-	-	-	-
25/10/21	39013	-	-	-	-	-	-	-
03/11/21	110966	-	-	-	-	-	-	-
08/11/21	51599	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	87308	< 10,68	-	-	-	-	-	-
22/11/21	184933	-	-	-	-	-	-	-
29/11/21	102800	-	-	-	-	-	-	-
06/12/21	123728	-	-	-	-	-	-	-
13/12/21	141360	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	228500	12,82	-	-	-	-	-	-
27/12/21	211360	-	-	-	-	-	-	-
03/01/22	222166	-	-	-	-	-	-	-
10/01/22	328320	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	330480	11,21	-	-	-	-	-	-
24/01/22	214800	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	259400	-	-	4,6	-	6,84	28	-
24/01/22	22000	-	-	3,2	-	2,27	27	-
24/01/22	4160	-	-	4,3	-	2,82	27	-
31/01/22	382140	-	-	-	-	-	-	-
07/02/22	261924	-	-	-	-	-	-	-
14/02/22	132640	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	217056	< 10,68	-	-	-	-	-	-
21/02/22	213120	-	-	3	-	7,43	29,1	-
21/02/22	201888	-	-	4,5	-	7,09	28,7	-
21/02/22	65660	-	-	5,6	-	2,8	27,8	-
28/02/22	316320	-	-	-	-	-	-	-
07/03/22	159360	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	97867	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	48360	< 10,68	8	2,8	0,03	9,78	29,2	3,52
21/03/22	53600	-	-	2,8	-	8,6	29,2	-
21/03/22	84550	-	-	2,7	-	6,51	25,9	-
21/03/22	50700	-	-	3,3	-	6,73	26,8	-
28/03/22	16864	-	-	-	-	-	-	-
04/04/22	62626	-	-	-	-	-	-	-
11/04/22	74400	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	81760	12,55	-	-	-	-	-	-
27/04/22	93696	-	-	-	-	-	-	-
02/05/22	49130	-	-	-	-	-	-	-
09/05/22	109800	< 10,68	-	-	-	-	-	-
16/05/22	131400	-	-	-	-	-	-	-
19/05/22	-	-	-	2,7	-	7,63	-	-
25/05/22	33600	-	-	-	-	-	-	-
27/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-
30/05/22	136050	-	-	-	-	-	-	-
06/06/22	37310	-	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
18/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	< 1	-	< 0,005	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-
22/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	< 1	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
14/06/22	274200	32,04	-	-	-	-	-	-
21/06/22	57380	-	-	-	-	-	-	-
27/06/22	75525	-	-	-	-	-	-	-
06/07/22	361500	-	-	-	-	-	-	-
11/07/22	63024	< 10,68	-	-	-	-	-	-
18/07/22	103800	-	-	-	-	-	-	-
26/07/22	71820	-	-	-	-	-	-	-
01/08/22	369360	18,69	-	-	-	-	-	-
08/08/22	227328	-	-	-	-	-	-	-
15/08/22	101136	-	-	-	-	-	-	-
23/08/22	104639	-	-	-	-	-	-	-
29/08/22	188820	-	-	-	-	-	-	-
05/09/22	114000	12,28	-	-	-	-	-	-
12/09/22	135540	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	164400	-	-	-	-	-	-	-
29/09/22	313200	-	7	6	0,02	7,25	-	6,32
06/10/22	274620	20,29	-	-	-	-	-	-
11/10/22	175560	-	-	-	-	-	-	-
18/10/22	201300	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	2,3	0,05	6,1	32,3	-
24/10/22	100240	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	3,7	0,04	7,11	31,2	-
24/10/22	-	-	-	4,3	0,04	4,57	31,3	-
31/10/22	139292	-	-	-	-	-	-	-
07/11/22	38304	< 10,68	-	-	-	-	-	-
16/11/22	855570	-	-	-	-	-	-	-
23/11/22	190500	-	-	-	-	-	-	-
30/11/22	97200	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	163000	22,96	-	-	-	-	-	-
12/12/22	62100	-	-	-	-	-	-	-
19/12/22	227000	-	-	-	-	-	-	-
26/12/22	87500	-	-	-	-	-	-	-
02/01/23	68380	< 10,68	-	-	-	-	-	-
09/01/23	225000	-	-	-	-	-	-	-
23/01/23	187476	-	-	-	-	-	-	-
30/01/23	217360	-	-	-	-	-	-	-
06/02/23	152400	18,16	-	-	-	-	-	-
13/02/23	213300	-	-	-	-	-	-	-
23/02/23	266880	-	-	-	-	-	-	-
01/03/23	236640	-	-	-	-	-	-	-
06/03/23	506920	-	-	-	-	-	-	-
14/03/23	198600	-	-	-	-	-	-	-
23/03/23	332400	< 10,68	7	3,7	< 0,02	2,88	-	7,86
28/03/23	189000	-	-	-	-	-	-	-
06/04/23	100600	-	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
14/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/09/22	-	< 1	< 3	< 0,005	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
06/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/03/23	-	< 1	-	< 0,005	-	-	-	< 1	< 2	-	-	-	-
28/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA II																					
DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS								DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS													
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)		ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
10/04/23	120992	20,29	-	-	-	-	-	-	10/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/04/23	103800	-	-	-	-	-	-	-	17/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/04/23	33440	-	-	-	-	-	-	-	24/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/05/23	16160	-	-	-	-	-	-	-	02/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/05/23	7680	< 10,68	-	-	-	-	-	-	08/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/05/23	4800	-	-	-	-	-	-	-	15/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	22/05/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	-	-	< 2	< 2	< 2	< 3
05/06/23	3000	-	-	-	-	-	-	-	05/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	< 1	-	-	-	-	-	-	-	06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08/23	< 1	-	-	-	-	-	-	-	07/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/23	< 1	-	11	< 2	0,03	6,09	-	2,61	29/08/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
29/08/23	< 1	-	12	< 2	0,03	5,06	-	2,04	29/08/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
29/08/23	< 1	-	11	< 2	0,05	4,82	-	2,55	29/08/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
11/09/23	4800	-	7	2,1	0,05	5,7	-	1,19	11/09/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
27/09/23	37120	-	21	2,3	0,05	3,81	-	5,17	27/09/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
27/09/23	7680	-	15	2,2	0,04	5,37	-	3,23	27/09/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
27/09/23	17600	-	12	5,6	0,05	7,08	-	5,24	27/09/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
03/10/23	79800	-	-	-	-	-	-	-	03/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/10/23	81111	-	-	-	-	-	-	-	16/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/23	14560	-	-	-	-	-	-	-	24/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/23	10560	-	6	2,1	0,06	5,93	-	2,09	24/10/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
24/10/23	8400	-	10	< 2	0,05	6,14	-	1,76	24/10/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
24/10/23	67200	-	8	< 2	0,1	5,93	-	3,88	24/10/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
30/10/23	66660	-	-	-	-	-	-	-	30/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/11/23	53500	-	-	-	-	-	-	-	06/11/23	-	< 1	-	< 0,005	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-
13/11/23	136800	-	-	-	-	-	-	-	13/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/11/23	260473	-	-	-	-	-	-	-	20/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/23	91520	-	9	3,4	0,11	5,31	-	21,8	29/11/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
29/11/23	176400	-	-	-	-	-	-	-	29/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	11/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	128.845	14,02	9,81	3,20	0,05	5,92	28,73	4,79	Valor Médio	<0,5	< 1	< 3	< 0,005	< 3	< 1	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
Valor Máximo	855.570	32,04	21,00	6,00	0,11	9,78	32,30	21,80	Valor Máximo	<0,5	< 1	< 3	< 0,005	< 3	< 1	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
Valor Máximo Permitido *	50.000 Cel/mL	30 µg/L	75 mg Pt/L	5 mg/L O2	0,03 mg/L	5 mg/L O2	-	100 UNT	Valor Máximo Permitido	0,5 µg/L	0,005 µg/L	5 µg/L	0,04 µg/L	20 µg/L	0,004 µg/L	90 µg/L	0,02 µg/L	9 µg/L	2 µg/L	2 µg/L	10 µg/L	300 µg/L

* Valor Máximo Permitido, exceto para o Parâmetro OD (Oxigênio Dissolvido), o qual não deve ser inferior a 5 mg/L de O2.

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
14/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/03/21	-	< 0,01	34,6	-	-	-	< 0,08	-	< 1,5	< 0,25	0,03	7,7	< 5	0,15
08/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/09/21	-	< 0,01	29,5	-	-	0,1	< 0,08	0,18	< 1,5	< 0,25	-	6,72	7,22	< 0,1
13/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
04/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	-	-	-	-	< 0,2	-	< 0,08	-	-	-	-	6,95	-	-
24/01/22	-	-	-	-	2	-	0,302	-	-	-	-	6,85	-	-
24/01/22	-	-	-	-	2,21	-	0,238	-	-	-	-	6,77	-	-
31/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	< 0,2	-	< 0,08	-	-	-	-	7,25	-	-
21/02/22	-	-	-	-	< 0,2	-	0,138	-	-	-	-	7,12	-	-
21/02/22	-	-	-	-	1,28	-	0,172	-	-	-	-	6,88	-	-
28/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	< 0,01	35,1	-	-	0,13	< 0,08	0,077	< 1,5	< 0,25	-	7,64	13,2	< 0,1
21/03/22	-	-	-	-	< 0,2	-	< 0,08	-	-	-	-	7,64	-	-
21/03/22	-	-	-	-	0,57	-	0,094	-	-	-	-	6,93	-	-
21/03/22	-	-	-	-	0,79	-	0,097	-	-	-	-	6,86	-	-
28/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,06	-	-
27/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
25/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/09/22	-	< 0,01	40,1	-	-	0,14	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,92	25,1	< 0,1
06/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	< 20	-	-	-	< 0,2	-	-	-	-	-	-	7,14	-	-
24/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	54,4	-	-	-	< 0,2	-	-	-	-	-	-	7,12	-	-
24/10/22	< 20	-	-	-	< 0,2	-	-	-	-	-	-	6,86	-	-
31/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
01/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/03/23	-	< 0,01	46,4	-	-	0,14	0,104	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,97	19,4	< 0,1
28/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/23	-	< 0,01	32,9	-	-	0,15	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,14	9,08	< 0,1
29/08/23	-	< 0,01	33,6	-	-	0,15	0,107	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,28	10,4	< 0,1
29/08/23	-	< 0,01	33,3	-	-	0,15	0,115	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,25	10,3	< 0,1
11/09/23	-	< 0,01	4,28	-	-	0,15	0,282	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,95	< 5	< 0,1
27/09/23	-	< 0,01	30,2	-	-	0,14	0,367	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,19	8,4	< 0,1
27/09/23	-	< 0,01	30,3	-	-	0,14	0,205	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,11	9,68	< 0,1
27/09/23	-	< 0,01	30,1	-	-	0,14	0,498	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,25	9,74	< 0,1
03/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/23	-	< 0,01	28,4	-	-	0,18	0,139	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,3	11,7	< 0,1
24/10/23	-	< 0,01	28	-	-	0,17	0,085	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,32	11,6	< 0,1
24/10/23	-	< 0,01	27,7	-	-	0,18	0,215	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,93	11,6	< 0,1
30/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/23	-	< 0,01	26,6	-	-	0,12	0,095	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,55	12,2	< 0,1
29/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	31,47	< 0,01	30,69	SI	0,73	0,15	0,16	0,06	< 1,5	< 0,25	0,03	7,09	11,23	< 0,1
Valor Máximo	54,40	< 0,01	46,40	SI	2,21	0,18	0,50	0,18	< 1,5	< 0,25	0,03	7,70	25,10	< 0,1
Valor Máximo Permitido	100 µg/L Al	10 µg/L Pb	250 mg/L Cl	9 µg/L Cu	0,3 mg/L Fe	1,4 mg/L F	0,1 mg/L Mn	0,2 µg/L Hg	10 mg/L N	1 mg/L N	3,7 mg/L N	6,0 ≤ pH ≤ 9,0	250 mg/L SO4	0,18 mg/L Zn

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA I

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
15/12/20	120.000	-	-	-	-	-	-	-
23/12/20	242.000	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	54.400	-	-	-	-	-	-	-
04/01/21	101.760	-	-	-	-	-	-	-
11/01/21	96.672	-	-	-	-	-	-	-
19/01/21	213.200	-	-	-	-	-	-	-
26/01/21	279.048	-	-	-	-	-	-	-
01/02/21	195.520	-	-	-	-	-	-	-
12/02/21	185.250	-	-	-	-	-	-	-
17/02/21	165.600	-	-	-	-	-	-	-
24/02/21	93.300	-	-	-	-	-	-	-
03/03/21	133.600	-	-	-	-	-	-	-
11/03/21	337.800	-	-	-	-	-	-	-
17/03/21	42.140	-	-	-	-	-	-	-
24/03/21	96.000	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	93.784	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	93.720	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-
14/04/21	96.600	-	-	-	-	-	-	-
20/04/21	14.933	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	288.400	-	-	-	-	-	-	-
05/05/21	76.560	-	-	-	-	-	-	2,06
11/05/21	29.866	-	-	-	-	-	-	-
21/05/21	3.480	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	56.560	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	107.152	-	-	-	-	-	-	-
07/06/21	127.008	-	-	-	-	-	-	-
09/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-
14/06/21	66.380	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	42.560	< 10,68	-	-	-	-	-	-
29/06/21	35.600	-	-	-	-	-	-	-
08/07/21	44.400	-	-	-	-	-	-	-
14/07/21	48.720	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	97.580	< 10,68	-	-	-	-	-	-
30/07/21	97.660	-	-	-	-	-	-	-
04/08/21	45.560	< 10,68	-	-	-	-	-	-
12/08/21	47.700	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	23.573	-	-	-	-	-	-	-
26/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-
26/08/21	99.600	-	-	-	-	-	-	-
30/08/21	41.420	-	-	-	-	-	-	-
01/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-
06/09/21	3.640	-	-	-	-	-	-	-
13/09/21	59.904	12,31	-	-	-	-	-	-
22/09/21	60.000	-	-	-	-	-	-	-
27/09/21	58.920	-	-	-	-	-	-	-
06/10/21	69.360	-	-	-	-	-	-	-
13/10/21	1.274.592	-	-	-	-	-	-	-
18/10/21	120.320	< 10,68	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
15/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/05/21	< 0,5	< 1	< 3	-	< 3	< 1	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
11/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA I

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
29/10/21	139.392	-	-	-	-	-	-	-
03/11/21	163.200	-	-	-	-	-	-	-
12/11/21	78.280	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	119.680	-	-	-	-	-	-	-
22/11/21	< 1	< 10,68	11	2,9	0,09	2,39	-	2,21
26/11/21	-	-	9	-	-	-	-	2,62
26/11/21	-	-	10	-	-	-	-	2,44
26/11/21	-	-	20	-	-	-	-	3,36
20/12/21	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-
17/01/22	49.467	< 10,68	-	-	-	-	-	-
01/02/22	112.560	-	-	-	-	-	-	-
10/02/22	64.320	-	-	-	-	-	-	-
17/02/22	139.400	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-
25/02/22	273.700	-	-	-	-	-	-	-
03/03/22	74.687	-	-	-	-	-	-	-
10/03/22	112.504	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	99.959	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	142.920	< 10,68	-	-	-	-	-	-
28/03/22	69.307	-	-	-	-	-	-	-
06/04/22	5.250	-	-	-	-	-	-	-
11/04/22	188.100	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	131.780	14,95	-	-	-	-	-	-
25/04/22	72.300	-	-	-	-	-	-	-
02/05/22	79.920	-	-	-	-	-	-	-
09/05/22	118.170	13,88	12	3	0,02	7,95	-	3,34
16/05/22	97.174	-	-	-	-	-	-	-
23/05/22	99.866	-	-	-	-	-	-	-
31/05/22	200.520	-	-	-	-	-	-	-
06/06/22	59.953	-	-	-	-	-	-	-
14/06/22	70.000	< 10,68	-	-	-	-	-	-
20/06/22	137.760	-	-	-	-	-	-	-
27/06/22	73.200	-	-	-	-	-	-	-
04/07/22	58.760	< 10,68	-	-	-	-	-	-
11/07/22	127.376	-	-	-	-	-	-	-
18/07/22	71.040	-	-	-	-	-	-	-
25/07/22	59.600	-	-	-	-	-	-	-
02/08/22	80.652	13,88	-	-	-	-	-	-
09/08/22	184.000	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-
15/08/22	99.456	-	-	-	-	-	-	-
24/08/22	140.480	< 10,68	-	-	-	-	-	-
29/08/22	102.168	-	-	-	-	-	-	-
05/09/22	104.760	< 10,68	-	-	-	-	-	-
12/09/22	109.802	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	150.120	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	100.800	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
29/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/21	-	< 1	< 3	< 0,005	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
26/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/05/22	-	< 1	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
16/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA I

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
05/10/22	143.220	< 10,68	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-
13/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-
14/10/22	113.400	-	-	-	-	-	-	-
17/10/22	323.820	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	235.480	-	-	-	-	-	-	-
03/11/22	297.000	11,75	-	-	-	-	-	-
10/11/22	94.900	-	-	-	-	-	-	-
18/11/22	89.250	-	-	-	-	-	-	-
24/11/22	168.000	-	-	-	-	-	-	-
29/11/22	162.120	-	6	2,2	< 0,02	7,43	-	2,87
30/11/22	134.960	< 10,68	-	-	-	-	-	-
05/12/22	162.600	< 10,68	-	-	-	-	-	-
13/12/22	132.840	-	-	-	-	-	-	-
22/12/22	38.100	-	-	-	-	-	-	-
27/12/22	60.000	-	-	-	-	-	-	-
05/01/23	271.264	< 10,68	-	-	-	-	-	-
11/01/23	283.920	-	-	-	-	-	-	-
18/01/23	185.592	-	-	-	-	-	-	-
24/01/23	120.460	-	-	-	-	-	-	-
31/01/23	126.820	-	-	-	-	-	-	-
06/02/23	213.200	15,75	-	-	-	-	-	-
15/02/23	180.120	-	-	-	-	-	-	-
24/02/23	54.470	-	-	-	-	-	-	-
28/02/23	57.380	-	-	-	-	-	-	-
07/03/23	168.400	< 10,68	-	-	-	-	-	-
13/03/23	54.967	-	-	-	-	-	-	-
21/03/23	104.100	-	-	-	-	-	-	-
27/03/23	103.684	-	-	-	-	-	-	-
04/04/23	91.600	< 10,68	-	-	-	-	-	-
10/04/23	96.900	-	-	-	-	-	-	-
19/04/23	23.100	-	-	-	-	-	-	-
25/04/23	116.800	-	-	-	-	-	-	-
03/05/23	87.360	< 10,68	6	< 2	< 0,02	6,25	27,6	2,88
10/05/23	56.240	-	-	-	-	-	-	-
12/05/23	19.200	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	67.200	-	-	-	-	-	-	-
23/05/23	40.800	-	-	-	-	-	-	-
30/05/23	87.416	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	41.600	-	-	-	-	-	-	-
13/06/23	44.400	-	-	-	-	-	-	-
21/06/23	27.200	-	-	-	-	-	-	-
28/06/23	24.000	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	< 1	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	8.400	-	-	-	-	-	-	-
18/07/23	4.053	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	69.760	-	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/22	-	< 1	< 3	< 0,005	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
30/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/05/23	-	< 1	-	< 0,005	-	-	-	< 1	< 2	-	-	-	-
10/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/05/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	-	-	< 2	< 2	< 2	< 3
30/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA I

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
21/08/23	25.600	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	6.240	-	4	2	0,02	7,31	-	1,45
28/08/23	14.000	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	5.400	-	4	2,5	0,03	1	-	1,84
28/08/23	6.063	-	5	< 2	0,03	1,02	-	1,38
05/09/23	24.320	-	-	-	-	-	-	-
12/09/23	31.360	-	-	-	-	-	-	-
20/09/23	60.800	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	151.680	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	68.400	-	8	< 2	1,59	6,21	-	2,18
26/09/23	72.000	-	8	< 2	0,05	5,74	-	1,85
26/09/23	45.067	-	7	< 2	0,04	5,52	-	2,32
04/10/23	374.400	-	-	-	-	-	-	-
10/10/23	243.040	-	-	-	-	-	-	-
17/10/23	572.320	-	-	-	-	-	-	-
23/10/23	52.800	-	-	-	-	-	-	-
23/10/23	350.080	-	12	3,5	0,09	6,99	-	1,87
23/10/23	454.433	-	9	< 2	0,12	8,24	-	1,75
23/10/23	548.379	-	11	< 2	0,06	8,35	-	1,67
30/10/23	441.600	-	-	-	-	-	-	-
08/11/23	651.789	-	-	-	-	-	-	-
13/11/23	-	-	7	< 2	0,02	9,13	-	2,48
17/11/23	468.160	-	-	-	-	-	-	-
22/11/23	380.160	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	158.928	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	468.480	-	< 2	< 2	0,35	7,45	-	2
28/11/23	278.400	-	4	< 2	< 0,02	7,18	-	2,98
28/11/23	43.755	-	6	< 2	0,02	4,4	-	3,13
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	134.795	11,39	8,05	2,24	0,15	6,03	27,60	2,32
Valor Máximo	1.274.592	15,75	20,00	3,50	1,59	9,13	27,60	3,36
Valor Máximo Permitido *	50.000 Cel/mL	30 µg/L	75 mg Pt/L	5 mg/L O2	0,03 mg/L	5 mg/L O2	-	100 UNT

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
21/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
28/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
28/08/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
05/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
26/09/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
26/09/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/10/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
23/10/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
23/10/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
30/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/11/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
17/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
28/11/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
28/11/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 3
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	<0,5	< 1	< 3	< 0,005	<3	< 1	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
Valor Máximo	<0,5	< 1	< 3	< 0,005	<3	< 1	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 3
Valor Máximo Permitido	0,5 µg/L	0,005 µg/L	5 µg/L	0,04 µg/L	20 µg/L	0,004 µg/L	90 µg/L	0,02 µg/L	9 µg/L	2 µg/L	2 µg/L	10 µg/L	300 µg/L

* Valor Máximo Permitido, exceto para o Parâmetro OD (Oxigênio Dissolvido), o qual não deve ser inferior a 5 mg/L de O2.

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
15/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/05/21	-	< 0,01	42,2	-	-	-	< 0,08	-	< 1,5	< 0,25	0,95	7,74	< 5	< 0,1
11/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
13/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/21	-	< 0,01	44,1	-	-	0,19	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,17	13,6	< 0,1
26/11/21	-	-	-	-	< 0,2	-	< 0,08	-	-	-	-	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	< 0,2	-	0,387	-	-	-	1,14	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	1,09	-	0,347	-	-	-	1,87	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,88	-	-
25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/05/22	-	< 0,01	33,9	-	-	0,18	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,24	8,49	< 0,1
16/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,22	-	-
10/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/22	-	< 0,01	36,6	-	-	0,16	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,63	< 5	< 0,1
30/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/05/23	-	< 0,01	53,5	-	-	0,17	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,29	6,44	< 0,1
10/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IPITANGA I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
28/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	-	< 0,01	16,7	-	-	0,18	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,38	< 5	< 0,1
28/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	-	< 0,01	18,8	-	-	0,18	0,347	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,25	< 5	< 0,1
28/08/23	-	< 0,01	19,7	-	-	0,18	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,18	< 5	< 0,1
05/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	-	< 0,01	43,1	-	-	0,16	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	8,14	10,9	< 0,1
26/09/23	-	< 0,01	43,7	-	-	0,16	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	8,24	11,5	< 0,1
26/09/23	-	< 0,01	43,2	-	-	0,16	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,61	10,7	< 0,1
04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/10/23	-	< 0,01	39,5	-	-	0,2	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,67	13,3	< 0,1
23/10/23	-	< 0,01	39,6	-	-	0,18	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,9	13,4	< 0,1
23/10/23	-	< 0,01	39,3	-	-	0,18	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	8,06	13,2	< 0,1
30/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/11/23	-	< 0,01	32,7	-	-	0,22	< 0,08	0,22	< 1,5	< 0,25	-	7,93	7,19	< 0,1
17/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	-	< 0,01	45,5	-	-	0,14	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,82	9,48	< 0,1
28/11/23	-	< 0,01	47	-	-	0,14	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,47	9,38	< 0,1
28/11/23	-	< 0,01	47,2	-	-	0,15	0,204	0,062	< 1,5	< 0,25	-	7,24	9,09	< 0,1
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	SI	< 0,01	38,13	SI	0,50	0,17	0,13	0,06	< 1,5	< 0,25	1,32	7,60	8,98	< 0,1
Valor Máximo	SI	< 0,01	53,50	SI	1,09	0,22	0,39	0,22	< 1,5	< 0,25	1,87	8,24	13,60	< 0,1
Valor Máximo Permitido	100 µg/L Al	10 µg/L Pb	250 mg/L Cl	9 µg/L Cu	0,3 mg/L Fe	1,4 mg/L F	0,1 mg/L Mn	0,2 µg/L Hg	10 mg/L N	1 mg/L N	2,0 mg/L N	6,0 ≤ pH ≤ 9,0	250 mg/L SO4	0,18 mg/L Zn

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
17/12/20	-	-	-	-	-	6,14	28,1	-
17/12/20	-	-	-	-	-	5,68	29	-
17/12/20	-	-	-	-	-	5,36	29,4	-
17/12/20	50.400	-	-	-	-	-	-	-
23/12/20	52.224	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	59.600	-	-	-	-	-	-	-
30/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-
06/01/21	49.136	-	-	-	0,02	-	-	-
13/01/21	-	-	-	-	-	6,43	27	-
13/01/21	-	-	-	-	-	6,13	26	-
13/01/21	-	-	-	-	-	5,89	26	-
13/01/21	17.632	-	-	-	-	-	27	-
18/01/21	42.720	-	-	-	-	-	-	-
26/01/21	40.000	-	-	-	-	-	-	-
27/01/21	-	-	-	-	-	6,25	30	-
27/01/21	-	-	-	-	-	1,73	29	-
27/01/21	-	-	-	-	-	4,59	28	-
05/02/21	90.860	-	-	-	-	-	-	-
08/02/21	50.400	-	-	-	-	-	-	-
17/02/21	-	-	-	-	-	7,01	28	-
17/02/21	-	-	-	-	-	6,93	27	-
17/02/21	-	-	-	-	-	6,18	27	-
17/02/21	51.360	-	-	-	0,05	-	-	-
23/02/21	37.300	-	-	-	-	-	-	-
23/02/21	37.300	-	-	4,90	0,04	6,20	27	2,57
23/02/21	35.200	-	-	2,70	0,05	6,49	27	7,68
23/02/21	35.672	-	-	< 2	0,05	6,27	26	2,58
01/03/21	17.000	-	-	-	-	-	-	-
08/03/21	18.960	-	-	-	0,02	-	-	-
17/03/21	-	-	-	-	-	6,36	25	-
17/03/21	-	-	-	-	-	6,72	23	-
17/03/21	-	-	-	-	-	6,53	23	-
17/03/21	26.780	-	-	-	-	-	-	-
22/03/21	18.040	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	35.200	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-
07/04/21	11.200	-	-	< 2	0,05	6,28	27	-
07/04/21	28.080	-	-	< 2	0,03	7,74	26	-
07/04/21	18.480	-	-	< 2	0,06	8,17	27	3,00
12/04/21	-	-	-	-	-	7,15	28	-
12/04/21	-	-	-	-	-	8,84	27	-
12/04/21	-	-	-	-	-	5,01	26	-
12/04/21	34.560	-	-	-	-	-	-	-
22/04/21	16.200	-	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
17/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
23/02/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
23/02/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
01/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/04/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	-	-	< 2	< 2	< 2	< 4
07/04/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	-	-	< 2	< 2	< 2	< 4
07/04/21	-	< 1	< 3	-	< 10	< 1	< 5	-	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
12/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
29/04/21	47.732	-	-	-	-	-	-	-
05/05/21	69.719	-	-	-	-	-	25	-
13/05/21	-	-	-	-	-	6,09	25	-
13/05/21	-	-	-	-	-	5,87	25	-
13/05/21	-	-	-	-	-	4,80	24	-
13/05/21	34.660	-	-	-	-	-	-	-
17/05/21	19.600	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	88.800	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	220.168	-	-	-	< 0,02	-	-	-
08/06/21	165.120	-	-	-	-	-	-	-
16/06/21	13.200	-	-	3,90	0,05	5,98	28	-
16/06/21	16.640	-	-	4,10	0,03	5,53	27	-
16/06/21	83.400	-	-	2,30	< 0,02	5,88	27	-
16/06/21	10.500	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	5.467	< 10,68	-	-	-	-	-	-
22/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-
28/06/21	59.173	-	-	-	-	-	-	-
05/07/21	20.933	< 10,68	-	-	-	-	-	-
12/07/21	56.400	-	-	-	-	-	-	-
14/07/21	-	-	-	-	-	6,70	24	-
14/07/21	-	-	-	-	-	6,50	25	-
14/07/21	-	-	-	-	-	4,94	24	-
19/07/21	25.680	-	-	-	-	-	-	-
26/07/21	55.160	-	-	-	-	-	-	-
02/08/21	66.960	< 10,68	-	-	-	-	-	-
09/08/21	44.688	-	-	-	-	-	-	-
17/08/21	45.440	-	30,00	< 2	0,05	6,76	27	3,20
17/08/21	17.600	-	30,00	< 2	0,03	6,89	26,8	3,09
17/08/21	23.800	-	31,00	2,30	0,04	6,77	26,4	3,65
17/08/21	24.480	-	-	-	-	-	-	-
23/08/21	46.800	-	-	-	-	-	-	-
30/08/21	47.880	-	-	-	-	-	-	-
06/09/21	53.808	< 10,68	-	-	-	-	-	-
13/09/21	107.440	-	-	-	-	-	-	-
15/09/21	-	-	-	-	-	5,87	30,2	-
15/09/21	-	-	-	-	-	7,30	29,7	-
15/09/21	-	-	-	-	-	4,10	28	-
20/09/21	24.533	-	-	-	-	-	-	-
27/09/21	24.706	-	-	-	-	-	-	-
06/10/21	29.920	< 10,68	20,00	< 2	0,04	7,52	-	1,96
14/10/21	49.500	-	-	-	-	-	-	-
14/10/21	32.480	-	16,00	< 2	0,04	6,77	28,5	2,06
14/10/21	18.944	-	17,00	< 2	0,04	6,47	28	1,70
14/10/21	28.800	-	21,00	< 2	0,21	6,67	27,6	1,73
18/10/21	39.200	-	-	-	-	-	-	-
21/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/05/21	< 0,5	< 1	-	-	-	< 1	-	< 1	< 2	-	-	-	-
13/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/06/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	-	-	< 2	< 2	< 2	< 4
16/06/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	-	-	< 2	< 2	< 2	< 4
16/06/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	-	-	< 2	< 2	< 2	< 4
16/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/08/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
17/08/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
17/08/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
17/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/10/21	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	< 1	< 2	-	-	-	-
14/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/10/21	-	-	-	-	-	-	-	< 1	-	-	-	-	-
14/10/21	-	-	-	-	-	-	-	< 1	-	-	-	-	-
14/10/21	-	-	-	-	-	-	-	< 1	-	-	-	-	-
18/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
25/10/21	16.800	-	-	-	-	-	-	-
03/11/21	33.696	-	-	-	-	-	-	-
08/11/21	24.080	-	-	-	-	-	-	-
17/11/21	-	-	-	-	-	5,59	27	-
17/11/21	-	-	-	-	-	5,87	26,9	-
17/11/21	-	-	-	-	-	5,54	26,9	-
18/11/21	33.600	< 10,68	-	-	-	-	-	-
22/11/21	20.519	-	-	-	-	-	-	-
01/12/21	68.704	-	-	-	-	-	-	-
07/12/21	24.948	-	-	-	-	-	-	-
13/12/21	17.160	< 10,68	-	-	-	-	-	-
15/12/21	21.216	-	-	10,30	0,04	5,91	28,7	-
15/12/21	19.200	-	-	< 2	0,09	6,02	27,9	-
15/12/21	10.080	-	-	2,90	0,03	5,40	27,2	-
20/12/21	50.239	-	-	-	-	-	-	-
27/12/21	14.400	-	-	-	-	-	-	-
29/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-
29/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-
29/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-
03/01/22	134.640	-	-	-	-	-	-	-
05/01/22	-	-	-	-	-	5,74	33,3	-
05/01/22	-	-	-	-	-	5,60	32,1	-
05/01/22	-	-	-	-	-	5,41	32	-
11/01/22	68.460	< 10,68	-	-	-	-	-	-
17/01/22	76.400	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	32.587	-	-	-	-	-	-	-
02/02/22	34.888	-	-	-	-	-	-	-
02/02/22	-	-	-	< 2	0,04	4,95	32,1	-
02/02/22	-	-	-	2,20	0,04	6,40	31,9	-
02/02/22	-	-	-	2,20	0,04	5,44	30,4	-
07/02/22	64.093	< 10,68	-	-	-	-	-	-
17/02/22	35.760	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	40.320	-	-	-	-	-	-	-
28/02/22	93.732	-	-	-	-	-	-	-
02/03/22	-	-	-	-	-	6,18	32	-
02/03/22	-	-	-	-	-	6,36	30,8	-
02/03/22	-	-	-	-	-	6,48	30,6	-
02/03/22	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-
08/03/22	48.260	-	-	-	-	-	-	-
17/03/22	20.800	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	20.160	-	-	-	-	-	-	-
28/03/22	46.320	-	-	-	-	-	-	-
06/04/22	97.920	< 10,68	-	-	-	-	-	-
06/04/22	54.000	-	21,00	< 2	0,06	6,47	30,4	5,32
06/04/22	43.680	-	20,00	< 2	0,04	6,55	29,2	5,72
06/04/22	70.400	-	18,00	< 2	0,02	6,43	30,3	4,38

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
25/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	-	-	< 2	< 2	< 2	< 4
15/12/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
15/12/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
15/12/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/02/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
02/02/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
02/02/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
07/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
06/04/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
06/04/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
14/04/22	80.640	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	36.000	-	-	-	-	-	-	-
20/04/22	-	-	-	< 2	0,08	2,24	26,9	21,60
20/04/22	-	-	-	< 2	0,09	3,82	26,6	25,50
20/04/22	-	-	-	< 2	0,15	3,03	26,6	52,80
21/04/22	-	-	-	2,00	0,20	2,18	27,1	50,60
21/04/22	-	-	-	2,50	0,22	4,30	27,3	53,00
21/04/22	-	-	-	2,40	0,36	3,07	27,5	87,10
22/04/22	-	-	-	2,00	0,02	4,40	26	25,40
22/04/22	-	-	-	< 2	0,14	4,53	26	40,10
22/04/22	-	-	-	< 2	0,11	3,82	25	45,20
23/04/22	-	-	-	2,20	0,07	5,83	29,3	24,20
23/04/22	-	-	-	2,30	0,19	4,46	28,8	49,40
23/04/22	-	-	-	2,10	0,14	4,92	28,6	42,00
25/04/22	146.720	-	57,00	2,40	0,09	6,24	28,8	29,50
25/04/22	-	-	-	< 2	0,08	6,31	28,6	28,30
25/04/22	-	-	-	< 2	0,06	5,90	28,2	29,60
25/04/22	-	-	-	< 2	0,11	5,69	28,4	30,10
27/04/22	-	-	-	2,90	0,07	6,28	30,8	28,70
27/04/22	-	-	-	< 2	0,08	6,12	30,4	31,70
27/04/22	-	-	-	3,90	0,09	6,13	29,4	32,90
04/05/22	3.840	< 10,68	-	-	-	-	-	-
04/05/22	-	-	-	-	-	4,98	28,9	-
04/05/22	-	-	-	-	-	4,47	27,5	-
04/05/22	-	-	-	-	-	4,61	28,3	-
16/05/22	3.552	-	-	-	-	-	-	-
08/06/22	2.400	-	55,00	< 2	0,1	6,62	27,3	19,1
08/06/22	5.056	-	54,00	< 2	0,1	6,49	26,9	17,2
08/06/22	4.032	-	55,00	2,2	0,06	6,62	27,1	17,5
08/06/22	12.960	< 10,68	-	-	-	-	-	-
13/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-
30/06/22	< 1	-	-	-	-	-	-	-
13/07/22	-	-	-	-	-	7,25	27,1	-
13/07/22	-	-	-	-	-	7,38	26,2	-
13/07/22	-	-	-	-	-	7,32	26,3	-
13/07/22	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-
10/08/22	< 1	-	39,00	3,3	0,03	6,27	25,3	5,71
10/08/22	< 1	-	43,00	< 2	0,04	6,66	25,9	5,69
10/08/22	< 1	-	48,00	< 2	0,07	6,7	25,2	11,3
10/08/22	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-
13/08/22	-	-	-	-	-	-	26,7	-
14/09/22	-	-	-	-	-	6,96	28,4	-
14/09/22	-	-	-	-	-	7,03	26,5	-
14/09/22	-	-	-	-	-	6,99	25,7	-
14/09/22	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-
11/10/22	-	-	-	< 2	< 0,02	7,16	28,6	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
14/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 2	-	-
20/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 2	-	-
20/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 2	-	-
21/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 2	-	-
21/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 2	-	-
21/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/22	-	< 1	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/06/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
08/06/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
08/06/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
08/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/08/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
10/08/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
10/08/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
10/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
11/10/22	-	-	-	2,3	< 0,02	7,37	27,2	-
11/10/22	-	-	-	< 2	< 0,02	7,26	25,9	-
17/10/22	150.360	< 10,68	19,00	< 2	0,08	7,81	-	2,94
31/10/22	44.880	-	-	-	-	-	-	-
10/11/22	35.840	-	-	-	-	-	-	-
18/11/22	30.400	-	-	-	-	-	-	-
21/11/22	13.000	-	-	-	-	-	-	-
21/11/22	-	-	-	-	-	7,7	26,4	-
21/11/22	-	-	-	-	-	7,43	27,4	-
21/11/22	-	-	-	-	-	7,41	27,8	-
29/11/22	29.184	< 10,68	-	-	-	-	-	-
03/12/22	-	-	-	-	-	-	27,4	-
03/12/22	-	-	-	-	-	-	26,7	-
03/12/22	-	-	-	-	-	-	27,2	-
05/12/22	42.336	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	27,3	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	27,9	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	27,1	-
07/12/22	-	-	-	-	-	-	25,5	-
07/12/22	-	-	-	-	-	-	25,7	-
07/12/22	-	-	-	-	-	-	25,4	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	26,9	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	27,4	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	26,1	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	28,8	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	28,8	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	28,7	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	28,7	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	28,9	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	28,7	-
14/12/22	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	6,71	26,2	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	27	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	26,7	-
16/12/22	20.720	-	-	-	-	-	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	28,9	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	28,5	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	29	-
19/12/22	7.500	-	-	-	-	-	-	-
21/12/22	36.960	-	19,00	3	0,03	6,12	30,7	3,67
21/12/22	18.020	-	22,00	< 2	0,02	7,05	30,7	4,45
21/12/22	5.600	-	16,00	2	0,11	6,36	30,4	4,14
23/12/22	-	-	-	-	-	-	27,9	-
23/12/22	-	-	-	-	-	-	28,2	-
23/12/22	-	-	-	-	-	-	28,6	-
26/12/22	-	-	-	-	-	-	28,7	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
11/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/10/22	-	< 1	< 3	< 0,01	< 10	-	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
31/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/12/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
21/12/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
21/12/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
23/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
26/12/22	-	-	-	-	-	-	28,7	-
26/12/22	-	-	-	-	-	-	27,3	-
28/12/22	-	-	-	-	-	-	26	-
28/12/22	-	-	-	-	-	-	29,4	-
28/12/22	-	-	-	-	-	-	29,3	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	29,6	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	29,5	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	29,4	-
02/01/23	34.600	< 10,68	-	-	-	-	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	26,7	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	28,5	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	28,2	-
04/01/23	-	-	-	-	-	-	29	-
04/01/23	-	-	-	-	-	-	28,9	-
04/01/23	-	-	-	-	-	-	28,8	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	29,3	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	29,4	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	29,5	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	30,5	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	29,8	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	29,2	-
11/01/23	55.680	-	-	-	-	-	-	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	29,9	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	30,8	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	30,3	-
16/01/23	15.200	-	-	-	-	-	-	-
18/01/23	-	-	-	-	-	5,7	29,6	-
18/01/23	-	-	-	-	-	5,63	30,4	-
18/01/23	-	-	-	-	-	5,11	30,6	-
23/01/23	20.540	-	-	-	-	-	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	31,5	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	32,4	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	32,2	-
25/01/23	-	-	-	-	-	-	30	-
25/01/23	-	-	-	-	-	-	29,9	-
25/01/23	-	-	-	-	-	-	30,1	-
01/02/23	53.336	-	-	-	-	-	-	-
08/02/23	55.440	< 10,68	-	-	-	-	-	-
08/02/23	46.580	-	28,00	2,8	0,02	6,59	30,2	3,3
08/02/23	28.880	-	26,00	< 2	< 0,02	5,94	30,6	3,33
08/02/23	35.200	-	32,00	2,3	0,04	5,98	30,5	4,04
14/02/23	52.480	-	-	-	-	-	-	-
23/02/23	35.200	-	-	-	-	-	-	-
02/03/23	84.600	-	-	-	-	-	-	-
07/03/23	42.800	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	6,69	29,6	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
26/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/02/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
08/02/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
08/02/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
14/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
13/03/23	-	-	-	-	-	6,48	29,8	-
13/03/23	-	-	-	-	-	6,35	30,3	-
13/03/23	69.600	< 10,68	-	-	-	-	-	-
20/03/23	30.000	-	-	-	-	-	-	-
28/03/23	27.600	-	-	-	-	-	-	-
04/04/23	40.000	-	-	-	-	-	-	-
12/04/23	103.800	< 10,68	13,00	< 2	0,04	6,3	-	2,51
12/04/23	-	-	-	-	-	6,51	30,2	-
12/04/23	-	-	-	-	-	5,73	30,7	-
12/04/23	-	-	-	-	-	6,2	30,1	-
18/04/23	54.496	-	-	-	-	-	-	-
27/04/23	75.840	-	-	-	-	-	-	-
04/05/23	87.120	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	51.920	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	-	-	-	-	-	3,96	26	-
10/05/23	-	-	-	-	-	3,94	27	-
10/05/23	-	-	-	-	-	4,03	28	-
18/05/23	40.800	-	-	-	-	-	-	-
22/05/23	41.440	-	-	-	-	-	-	-
29/05/23	21.200	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	39.960	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	4,45	25,9	-
06/06/23	-	-	-	-	-	5,06	25,5	-
06/06/23	-	-	-	-	-	4,66	25,7	-
15/06/23	27.178	-	-	-	-	-	-	-
19/06/23	40.320	-	-	-	-	-	-	-
27/06/23	26.040	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	40.560	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-
10/07/23	14.168	-	-	-	-	-	-	-
10/07/23	-	-	-	-	-	6,16	14	-
10/07/23	-	-	-	-	-	6,44	17,1	-
10/07/23	-	-	-	-	-	4,59	16,6	-
17/07/23	42.000	-	-	-	-	-	-	-
25/07/23	53.848	-	-	-	-	-	-	-
31/07/23	23.560	-	-	-	-	-	-	-
09/08/23	21.827	-	-	-	-	-	-	-
09/08/23	-	-	-	-	-	8,46	25,3	-
09/08/23	-	-	-	-	-	6,42	25,6	-
09/08/23	-	-	-	-	-	5,55	25,6	-
14/08/23	18.133	-	-	-	-	-	-	-
22/08/23	49.186	-	-	-	-	-	-	-
29/08/23	3.400	-	-	-	-	-	-	-
29/08/23	20.160	-	28,00	< 2	0,05	5,51	-	2,89
29/08/23	8.320	-	29,00	2,9	0,03	6,02	-	2,67
29/08/23	49.980	-	28,00	< 2	0,02	5,95	-	2,97

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/23	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	< 1	< 2	-	-	-	-
12/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/05/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	-	-	< 2	< 2	< 2	< 4
29/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
29/08/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
29/08/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II																							
DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS								DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS													
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)		ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)	
06/09/23	36.960	-	-	-	-	-	-	-	06/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
06/09/23	-	-	-	-	-	4,14	27,3	-	06/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
06/09/23	-	-	-	-	-	4,91	26,8	-	06/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
06/09/23	-	-	-	-	-	4,06	26,8	-	06/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12/09/23	58.800	-	-	-	-	-	-	-	12/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21/09/23	51.600	-	-	-	-	-	-	-	21/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27/09/23	58.182	-	-	-	-	-	-	-	27/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27/09/23	43.120	-	16,00	< 2	< 0,02	7,12	-	2,45	27/09/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
27/09/23	44.160	-	14,00	< 2	< 0,02	7,72	-	2,17	27/09/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
27/09/23	20.400	-	18,00	< 2	< 0,02	7,84	-	1,96	27/09/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
04/10/23	74.242	-	14,00	< 2	< 0,02	7,33	25,3	1,87	04/10/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
04/10/23	-	-	-	-	-	8,32	25,4	-	04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
04/10/23	-	-	-	-	-	6,56	25,8	-	04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
04/10/23	-	-	-	-	-	7,16	26,3	-	04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
09/10/23	68.800	-	-	-	-	-	-	-	09/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19/10/23	89.680	-	-	-	-	-	-	-	19/10/23	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-	
24/10/23	37.120	-	-	-	-	-	-	-	24/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24/10/23	53.544	-	9,00	< 2	0,12	7,09	-	2,24	24/10/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
24/10/23	33.840	-	11,00	< 2	0,04	7,22	-	1,51	24/10/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
24/10/23	76.200	-	12,00	< 2	0,03	6,75	-	1,67	24/10/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
31/10/23	40.400	-	-	-	-	-	-	-	31/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
07/11/23	48.160	-	-	-	-	-	-	-	07/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
07/11/23	-	-	-	-	-	6,19	27,2	-	07/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
07/11/23	-	-	-	-	-	6,27	27,8	-	07/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
07/11/23	-	-	-	-	-	9,54	27,7	-	07/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14/11/23	48.640	-	-	-	-	-	-	-	14/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21/11/23	56.320	-	-	-	-	-	-	-	21/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
29/11/23	104.160	-	-	-	-	-	-	-	29/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
29/11/23	55.080	-	10,00	< 2	< 0,02	7,46	-	4,77	29/11/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
29/11/23	70.560	-	8,00	< 2	0,04	6,06	-	3,4	29/11/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
29/11/23	54.600	-	6,00	< 2	0,02	4,86	-	2,95	29/11/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4	
05/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	05/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
05/12/23	-	-	-	-	-	6,01	31,4	-	05/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
05/12/23	-	-	-	-	-	5,49	30,2	-	05/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
05/12/23	-	-	-	-	-	6,25	29,7	-	05/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Valor Médio	43.747	< 10,68	25,08	2,36	0,06	6,04	27,82	15,25	Valor Médio	<0,5	< 1	< 3	< 0,01	< 10	< 1	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4	
Valor Máximo	220.168	< 10,68	57,00	10,30	0,36	9,54	33	87,10	Valor Máximo	<0,5	< 1	< 3	< 0,01	< 10	< 1	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4	
Valor Máximo Permitido *	50.000 Cel/mL	30 µg/L	75 mg Pt/L	5 mg/L O2	0,03 mg/L	5 mg/L O2	-	100 UNT	Valor Máximo Permitido	0,5 µg/L	0,005 µg/L	5 µg/L	0,04 µg/L	20 µg/L	0,004 µg/L	90 µg/L	0,02 µg/L	9 µg/L	2 µg/L	2 µg/L	10 µg/L	300 µg/L	

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
17/12/20	84,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	7,27	-	-
17/12/20	65,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	6,96	-	-
17/12/20	72,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	6,87	-	-
17/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/20	-	< 0,01	-	-	-	-	< 0,08	-	-	-	-	-	-	< 0,1
30/12/20	-	< 0,01	-	-	-	-	< 0,08	-	-	-	-	-	-	< 0,1
30/12/20	-	< 0,01	-	-	-	-	< 0,08	-	-	-	-	-	-	< 0,1
06/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/01/21	62,60	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,17	7,34	-	-
13/01/21	67,50	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,11	7,12	-	-
13/01/21	68,40	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,10	7,11	-	-
13/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,15	-	-
18/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/21	59,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,10	7,25	-	-
27/01/21	101,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,07	7,19	-	-
27/01/21	80,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,06	7,22	-	-
05/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/21	65,20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,90	7,78	-	-
17/02/21	80,20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,02	7,16	-	-
17/02/21	78,20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,02	7,17	-	-
17/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/21	-	< 0,01	24,10	-	-	-	< 0,08	-	< 1,5	< 0,25	0,12	7,30	7,87	< 0,1
23/02/21	-	< 0,01	24,20	-	-	-	< 0,08	-	< 1,5	< 0,25	0,07	7,28	7,99	< 0,1
23/02/21	-	< 0,01	24,00	-	-	-	< 0,08	-	< 1,5	< 0,25	0,05	7,26	7,90	< 0,1
01/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/21	105,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,07	7,59	-	-
17/03/21	78,30	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,11	7,16	-	-
17/03/21	94,10	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,29	7,17	-	-
17/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/04/21	-	< 0,01	-	-	-	-	< 0,08	-	-	-	0,28	7,38	-	< 0,1
07/04/21	-	< 0,01	-	-	-	-	< 0,08	-	-	-	0,18	6,31	-	< 0,1
07/04/21	-	< 0,01	-	-	-	-	< 0,08	-	-	-	0,35	7,09	-	< 0,1
12/04/21	61,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	7,26	-	-
12/04/21	82,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35	7,21	-	-
12/04/21	172,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,98	6,64	-	-
12/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/05/21	-	-	27,70	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	-	13,90	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
13/05/21	42,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59	6,91	-	-
13/05/21	42,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	7,02	-	-
13/05/21	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	6,67	-	-
13/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-
08/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/06/21	77	< 0,01	28,5	-	-	-	0,2127	-	< 1,5	< 0,25	0,19	6,83	12,40	< 0,1
16/06/21	81	< 0,01	25,6	-	-	-	0,1105	-	< 1,5	< 0,25	0,19	6,52	11,60	< 0,1
16/06/21	84	< 0,01	25,3	-	-	-	0,1177	-	< 1,5	< 0,25	0,21	6,59	11,50	< 0,1
16/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-
28/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	-	-	-
05/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-
12/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/07/21	71	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	26,90	6,88	-	-
14/07/21	71	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,39	6,92	-	-
14/07/21	80	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,35	7,00	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/08/21	126	< 0,01	21,7	-	-	0,29	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,45	6,76	8,63	< 0,1
17/08/21	130	< 0,01	21,2	-	-	0,29	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,49	6,77	8,45	< 0,1
17/08/21	103	< 0,01	21,1	-	-	0,28	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,39	6,77	8,62	< 0,1
17/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/09/21	48	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,08	7,06	-	-
15/09/21	46	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,07	7,22	-	-
15/09/21	68	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,36	6,98	-	-
20/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/10/21	-	< 0,01	22,4	-	-	0,25	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,61	8,01	< 0,1
14/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/10/21	-	< 0,01	23,1	-	-	0,23	< 0,08	0,190	< 1,5	< 0,25	-	7,98	8,13	< 0,1
14/10/21	-	< 0,01	23,2	-	-	0,25	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	8,05	8,83	< 0,1
14/10/21	-	< 0,01	22,7	-	-	0,23	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	8,03	8,12	< 0,1
18/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/11/21	88	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,66	7,08	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
17/11/21	78	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,68	7,57	-	-
17/11/21	82	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,79	7,33	-	-
18/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/12/21	70	< 0,01	28,6	-	-	-	0,0848	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,64	7,30	10,40	< 0,1
15/12/21	39	< 0,01	22,8	-	-	-	0,0803	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,60	7,21	9,27	< 0,1
15/12/21	51	< 0,01	23,4	-	-	-	0,1078	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,60	7,07	9,19	< 0,1
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52	-	-	-
29/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52	-	-	-
29/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55	-	-	-
03/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/22	73	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,94	7,12	-	-
05/01/22	105	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,73	7,19	-	-
05/01/22	86	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	0,72	7,13	-	-
11/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/02/22	258	< 0,01	23,7	-	-	-	0,0968	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,13	7,09	8,39	< 0,1
02/02/22	243	< 0,01	25,1	-	-	-	0,1068	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,12	6,98	8,62	< 0,1
02/02/22	215	< 0,01	24,3	-	-	-	0,1108	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,13	7,18	8,50	< 0,1
07/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/22	109	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,85	-	-
02/03/22	80	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,16	-	-
02/03/22	82	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,23	-	-
02/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/22	235	< 0,01	23,9	-	-	0,22	0,15	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	5,52	8,21	< 0,1
06/04/22	222	< 0,01	23,9	-	-	0,21	0,152	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,35	8,17	< 0,1
06/04/22	226	< 0,01	23,6	-	-	0,21	0,162	< 0,05	2,337	< 0,25	-	6,93	8,14	< 0,1
14/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/04/22	419,00	< 0,01	-	< 0,005	0,90	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,60	9,46	< 0,1
20/04/22	450,00	< 0,01	-	< 0,005	0,94	-	-	0,140	< 1,5	< 0,25	-	6,66	9,96	< 0,1
20/04/22	476,00	< 0,01	-	< 0,005	0,94	-	-	0,372	< 1,5	< 0,25	-	6,61	14,40	< 0,1
21/04/22	464,00	< 0,01	-	< 0,005	0,84	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,54	13,20	< 0,1

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
21/04/22	416,00	< 0,01	-	< 0,005	0,76	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,60	13,70	< 0,1
21/04/22	420,00	< 0,01	-	< 0,005	0,73	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,60	18,80	< 0,1
22/04/22	430,00	< 0,01	-	< 0,005	0,83	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,82	7,79	< 0,1
22/04/22	464,00	< 0,01	-	< 0,005	0,78	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,78	9,10	< 0,1
22/04/22	611,00	< 0,01	-	< 0,005	0,89	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,87	11,40	< 0,1
23/04/22	627,00	< 0,01	-	< 0,005	0,96	-	-	0,187	< 1,5	< 0,25	-	6,67	7,05	< 0,1
23/04/22	932,00	< 0,01	-	0,01	1,13	-	-	0,155	< 1,5	< 0,25	-	6,59	9,47	< 0,1
23/04/22	945,00	< 0,01	-	< 0,005	1,14	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,54	9,04	< 0,1
25/04/22	-	< 0,01	15,40	-	-	0,16	0,16	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,74	6,69	< 0,1
25/04/22	635,00	< 0,01	-	0,01	0,91	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,72	6,64	< 0,1
25/04/22	683,00	< 0,01	-	0,01	0,90	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,36	6,78	< 0,1
25/04/22	976,00	< 0,01	-	0,01	1,19	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,17	6,79	< 0,1
27/04/22	866,00	< 0,01	-	< 0,005	1,01	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,80	10,10	< 0,1
27/04/22	1000,00	< 0,01	-	< 0,005	1,08	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,78	9,99	< 0,1
27/04/22	1140,00	< 0,01	-	< 0,005	1,19	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,97	9,93	< 0,1
04/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05/22	1030,00	-	-	-	-	-	-	-	5,950	< 0,25	-	6,40	-	-
04/05/22	1190,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,53	-	-
04/05/22	1080,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,44	-	-
16/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/06/22	806,00	< 0,01	22,10	-	-	0,27	0,23	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,50	9,01	< 0,1
08/06/22	917,00	< 0,01	25,60	-	-	0,27	0,23	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,61	9,90	< 0,1
08/06/22	842,00	< 0,01	25,70	-	-	0,27	0,26	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,89	10,40	< 0,1
08/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,34	-	-
30/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/07/22	543,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,23	-	-
13/07/22	655,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,08	-	-
13/07/22	577,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,12	-	-
13/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/08/22	-	< 0,01	23,10	-	-	0,34	0,15	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,17	8,35	< 0,1
10/08/22	-	< 0,01	23,20	-	-	0,35	0,15	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,88	7,70	< 0,1
10/08/22	-	< 0,01	23,20	-	-	0,35	0,18	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,89	7,86	< 0,1
10/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/08/22	-	-	-	-	0,72	-	0,15	-	-	-	-	6,58	-	-
14/09/22	168,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,72	-	-
14/09/22	141,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,71	-	-
14/09/22	157,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,96	-	-
14/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/10/22	94,50	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,49	-	-
11/10/22	99,30	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,04	-	-
11/10/22	108,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	4,55	-	-
17/10/22	-	< 0,01	27,00	-	-	0,21	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,14	7,72	< 0,1
31/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/22	115,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,77	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
21/11/22	90,60	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,32	-	-
21/11/22	116,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,33	-	-
29/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,82	-	-
03/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,92	-	-
03/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,87	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,95	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,94	-	-
05/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,92	-	-
07/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,92	-	-
07/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,95	-	-
07/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,18	-	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,75	-	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,77	-	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,79	-	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,11	-	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,16	-	-
12/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,97	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,93	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,93	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,91	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,93	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,91	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,06	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,40	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,02	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,08	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,41	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,52	-	-
19/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/12/22	190,00	< 0,01	25,20	-	-	0,26	0,10	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,49	10,80	< 0,1
21/12/22	235,00	< 0,01	24,30	-	-	0,28	0,11	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,28	10,80	< 0,1
21/12/22	238,00	< 0,01	25,10	-	-	0,27	0,11	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,59	10,90	< 0,1
23/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,74	-	-
23/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,78	-	-
23/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,81	-	-
26/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,06	-	-
26/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,33	-	-
26/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,30	-	-
28/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,43	-	-
28/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,94	-	-
28/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,92	-	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,47	-	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,82	-	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,37	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,15	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,30	-	-
02/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,50	-	-
04/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,81	-	-
04/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,08	-	-
04/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,75	-	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,11	-	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,11	-	-
09/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,75	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,15	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,17	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,64	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,01	-	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,89	-	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,84	-	-
16/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/01/23	201,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,63	-	-
18/01/23	177,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,74	-	-
18/01/23	211,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,10	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,97	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,72	-	-
23/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,66	-	-
25/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,48	-	-
25/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,82	-	-
25/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,66	-	-
01/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/02/23	139,00	< 0,01	31,50	-	-	0,23	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,02	< 5	< 0,1
08/02/23	126,00	< 0,01	30,90	-	-	0,23	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,99	< 5	< 0,1
08/02/23	125,00	< 0,01	31,80	-	-	0,24	0,41	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,89	< 5	< 0,1
14/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	86,80	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,54	-	-
13/03/23	106,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	5,10	-	-
13/03/23	156,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	5,03	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/04/23	-	< 0,01	39,20	-	-	0,38	0,13	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,24	14,40	< 0,1
12/04/23	68,10	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,22	-	-
12/04/23	64,60	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,50	-	-
12/04/23	44,80	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,74	-	-
18/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
04/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	128,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,80	-	-
10/05/23	114,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,72	-	-
10/05/23	136,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,14	-	-
18/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	175,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,75	-	-
06/06/23	205,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,98	-	-
06/06/23	191,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,94	-	-
15/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/07/23	149,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	3,09	-	-
10/07/23	157,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,60	-	-
10/07/23	148,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	5,67	-	-
17/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/23	153,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,65	-	-
09/08/23	123,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,04	-	-
09/08/23	125,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,15	-	-
14/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/23	-	< 0,01	11,00	-	-	0,25	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,53	< 5	< 0,1
29/08/23	-	< 0,01	79,60	-	-	0,57	0,14	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,23	10,50	< 0,1
29/08/23	-	< 0,01	79,60	-	-	0,29	0,18	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,12	10,50	< 0,1
06/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/09/23	108,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,85	-	-
06/09/23	81,40	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,89	-	-
06/09/23	75,90	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,97	-	-
12/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/23	-	< 0,01	26,20	-	-	0,25	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,15	9,56	< 0,1
27/09/23	-	< 0,01	25,70	-	-	0,27	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,98	8,74	< 0,1
27/09/23	-	< 0,01	25,70	-	-	0,26	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,72	8,75	< 0,1
04/10/23	-	< 0,01	28,10	-	-	0,31	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,50	8,55	< 0,1
04/10/23	38,80	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,55	-	-
04/10/23	42,90	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,30	-	-
04/10/23	44,10	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,46	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES II														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
09/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/23	-	< 0,01	24,80	-	-	0,34	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,00	5,71	< 0,1
24/10/23	-	< 0,01	23,00	-	-	0,31	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,92	10,70	< 0,1
24/10/23	-	< 0,01	23,00	-	-	0,31	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,58	10,70	< 0,1
31/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/11/23	112,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	4,79	-	-
07/11/23	48,70	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,13	-	-
07/11/23	78,10	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,39	-	-
14/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/23	-	< 0,01	22,60	-	-	0,22	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,15	6,42	< 0,1
29/11/23	-	< 0,01	22,10	-	-	0,21	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,42	6,90	< 0,1
29/11/23	-	< 0,01	21,60	-	-	0,22	0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,31	6,69	< 0,1
05/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,80	-	-
05/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,40	-	-
05/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,31	-	-
12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	235,40	< 0,01	26,67	< 0,005	0,94	0,27	0,12	< 0,05	< 1,5	< 0,25	0,88	6,85	9,17	< 0,1
Valor Máximo	1.190,00	< 0,01	79,60	0,007	1,19	0,57	0,41	< 0,05	< 1,5	< 0,25	26,90	8,15	18,80	< 0,1
Valor Máximo Permitido	100 µg/L Al	10 µg/L Pb	250 mg/L Cl	9 µg/L Cu	0,3 mg/L Fe	1,4 mg/L F	0,1 mg/L Mn	0,2 µg/L Hg	10 mg/L N	1 mg/L N	3,7 mg/L N	6,0 ≤ pH ≤ 9,0	250 mg/L SO4	0,18 mg/L Zn

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS								DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)		ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
16/12/20	38.400	-	-	-	-	-	-	-	16/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/12/20	44.650	-	-	-	-	-	-	-	23/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	3.600	-	-	-	-	-	-	-	28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/21	10.400	-	-	-	-	-	-	-	05/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/01/21	< 1	-	-	-	0,10	-	-	-	14/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/01/21	5.040	-	-	-	-	-	-	-	19/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/21	43.200	-	-	-	-	-	-	-	27/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/21	49.920	-	-	-	-	-	-	-	01/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/02/21	13.312	-	-	-	-	-	-	-	09/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/02/21	52.920	-	-	-	0,10	-	-	3,08	16/02/21	-	< 1	< 2	-	< 3	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 15
22/02/21	6.667	-	-	-	-	-	-	-	22/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/21	6.667	-	-	6,80	0,10	2,76	27	1,35	22/02/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
22/02/21	10.000	-	-	3,30	0,09	2,68	26	1,85	22/02/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
22/02/21	13.000	-	-	3,60	0,15	1,17	26	2,11	22/02/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
04/03/21	58.800	-	-	-	-	-	-	-	04/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/03/21	131.600	-	-	-	-	-	-	-	10/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/03/21	251.904	-	-	-	0,12	-	-	-	18/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/03/21	391.200	-	-	-	-	-	-	-	26/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	293.040	-	-	-	-	-	-	-	29/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/21	188.600	-	-	4,20	0,15	3,63	27	-	06/04/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	-	-	< 2	< 2	< 2	< 15
06/04/21	231.360	-	-	3,30	0,15	1,96	25	-	06/04/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	-	-	< 2	< 2	< 2	< 15
06/04/21	63.856	-	-	25,00	0,23	2,26	25	-	06/04/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	-	-	< 2	< 2	< 2	< 15
06/04/21	188.600	-	-	-	-	-	-	-	06/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/04/21	211.660	-	-	-	0,18	-	-	-	15/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/04/21	55.080	-	-	-	-	-	-	-	23/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	202.400	-	-	-	-	-	-	-	29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/05/21	86.680	-	-	-	-	-	-	-	05/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/05/21	15.200	-	-	-	-	-	-	-	14/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/05/21	46.428	-	-	-	-	-	-	-	20/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	18.400	-	-	-	-	-	-	-	24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	27.720	-	-	-	-	-	-	-	02/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/06/21	14.008	-	-	-	-	-	-	-	09/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/06/21	42.840	-	-	2,40	0,09	3,17	25	1,91	15/06/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	-	-	< 2	< 2	< 2	< 15
15/06/21	199.200	-	-	2,00	0,12	3,05	26	1,84	15/06/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	-	-	< 2	< 2	< 2	< 15
15/06/21	32.300	-	-	3,20	0,11	3,56	26	2,02	15/06/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	-	-	< 2	< 2	< 2	< 15
17/06/21	78.392	-	-	-	-	-	-	-	17/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	68.968	< 10,68	-	-	-	-	-	-	21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/06/21	91.000	-	-	-	-	-	-	-	29/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/07/21	62.200	-	-	-	-	-	-	-	07/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/07/21	11.800	-	-	-	-	-	-	-	12/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/07/21	66.640	< 10,68	-	-	-	-	-	-	21/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/07/21	39.040	-	-	-	-	-	-	-	28/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/08/21	13.390	< 10,68	26,00	4,00	0,10	1,98	-	< 0,5	05/08/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	-	-	< 2	< 2	< 2	< 15
12/08/21	23.600	-	-	-	-	-	-	-	12/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	9.600	-	-	2,60	0,05	2,25	26	-	16/08/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 15
16/08/21	5.760	-	-	2,10	0,07	1,46	26	-	16/08/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 15

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
16/08/21	12.276	-	-	2,70	0,03	1,98	24	-
16/08/21	1.877	-	-	-	-	-	-	-
26/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-
01/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-
16/09/21	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-
13/10/21	17.680	-	24,00	2,60	0,11	0,85	28	2,19
13/10/21	< 1	-	29,00	5,10	0,15	2,54	28	3,74
13/10/21	9.680	-	26,00	4,10	0,11	2,26	27	3,21
18/10/21	17.520	< 10,68	-	-	-	-	-	-
04/11/21	74.060	18,16	-	-	-	-	-	-
10/11/21	76.000	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	10.400	-	-	-	-	-	-	-
24/11/21	12.220	-	-	-	-	-	-	-
26/11/21	-	-	29,00	-	-	-	-	13,50
26/11/21	-	-	30,00	-	-	-	-	13,80
26/11/21	-	-	27,00	-	-	-	-	18,00
30/11/21	58.072	-	-	-	-	-	-	-
09/12/21	67.760	< 10,68	34,00	-	0,15	0,46	27,2	6,30
09/12/21	108.480	< 10,68	35,00	-	0,13	2,81	25,7	10,30
09/12/21	63.680	< 10,68	35,00	-	0,15	1,04	26,4	6,44
09/12/21	28.000	-	-	-	-	-	-	-
14/12/21	184.800	-	28,00	14,40	0,10	1,76	26	3,82
14/12/21	34.768	-	27,00	8,40	0,11	1,68	25	3,56
14/12/21	41.040	-	33,00	7,20	0,12	1,52	26	3,69
16/12/21	7.904	< 10,68	-	-	-	-	-	-
20/12/21	11.615	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	4,80	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	5,10	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	4,00	-	-	-	-
28/12/21	108.000	-	-	-	-	-	-	-
07/01/22	14.080	-	-	-	-	-	-	-
12/01/22	12.000	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	5.580	-	-	-	-	-	-	-
25/01/22	27.600	-	-	-	-	-	-	-
27/01/22	-	18,16	-	-	-	-	-	-
28/01/22	21.760	-	-	-	-	-	-	-
01/02/22	14.960	-	19,00	5,00	0,14	2,63	28,1	4,13
01/02/22	28.160	-	35,00	4,80	0,16	0,31	27,8	3,80
01/02/22	24.150	-	39,00	3,60	0,16	0,64	27,8	2,64
08/02/22	45.396	-	-	-	-	-	-	-
17/02/22	66.300	59,81	-	-	-	-	-	-
21/02/22	14.976	-	-	-	-	-	-	-
03/03/22	16.800	15,49	25,00	4,70	0,08	2,39	28,2	2,38
10/03/22	117.180	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	24.640	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	44.160	-	-	-	-	-	-	-
28/03/22	31.008	-	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
16/08/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 15
16/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/10/21	-	-	-	-	-	-	-	< 1	-	-	-	-	-
13/10/21	-	-	-	-	-	-	-	< 1	-	-	-	-	-
13/10/21	-	-	-	-	-	-	-	< 1	-	-	-	-	-
18/10/21	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-
04/11/21	-	-	-	-	-	-	-	< 1	-	-	-	-	-
10/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
14/12/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
14/12/21	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
16/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
01/02/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
01/02/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
08/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/03/22	-	< 1	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 15
10/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS								DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)		ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
05/04/22	13.680	-	-	-	-	-	-	-	05/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/22	28.800	-	19,00	< 2	0,06	0,03	28,9	1,78	05/04/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
05/04/22	13.800	-	23,00	< 2	0,06	0,34	29,1	1,62	05/04/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
05/04/22	< 1	-	133,00	< 2	0,08	0,52	28,9	1,98	05/04/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
11/04/22	4.800	-	-	-	-	-	-	-	11/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/22	160.500	57,67	-	-	-	-	-	-	19/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/04/22	-	-	-	< 2	0,24	2,75	27,3	86,90	21/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/04/22	-	-	-	< 2	0,25	2,89	27	83,60	21/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/04/22	-	-	-	< 2	0,26	4,15	26,9	87,10	21/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/04/22	-	-	-	< 2	0,14	4,02	25	53,90	22/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/04/22	-	-	-	< 2	0,10	4,37	25	50,00	22/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/04/22	-	-	-	2,60	0,11	4,36	26	57,10	22/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/04/22	-	-	-	2,50	0,08	4,41	26,8	39,10	23/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/04/22	-	-	-	2,40	0,08	5,64	27,5	35,40	23/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/04/22	-	-	-	< 2	0,11	4,61	27,9	34,80	23/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/22	56.320	-	-	-	-	-	-	-	25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/22	-	-	-	< 2	0,08	2,3	27,6	23,40	25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/22	-	-	-	< 2	0,09	2,06	27,6	23,10	25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/22	-	-	-	< 2	0,10	1,86	27,6	23,60	25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/04/22	-	-	-	4,30	0,16	2,31	27,3	17,50	27/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/04/22	-	-	-	4,90	0,15	2	27,9	18,60	27/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/04/22	-	-	-	3,40	0,15	2,28	28	18,70	27/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/05/22	12.648	-	-	-	-	-	-	-	02/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/05/22	7.920	-	-	-	-	-	-	-	09/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/05/22	43.200	-	-	-	-	-	-	-	16/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/05/22	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	19/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/05/22	13.500	-	-	-	-	-	-	-	30/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/06/22	3.120	-	17,00	< 2	0,06	2,71	25,4	1,87	07/06/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
07/06/22	13.600	-	19,00	2,10	0,05	3,17	25,9	1,76	07/06/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
07/06/22	9.200	-	19,00	< 2	0,07	3,13	25,6	1,77	07/06/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
07/06/22	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-	07/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/06/22	19.400	-	-	-	-	-	-	-	13/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/06/22	48.384	-	-	-	-	-	-	-	20/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/06/22	3.840	-	-	-	-	-	-	-	27/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/22	29.100	62,48	-	-	-	-	-	-	05/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/22	40.200	-	-	-	-	-	-	-	11/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/22	29.400	-	-	-	-	-	-	-	18/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/07/22	99.990	-	-	-	-	-	-	-	25/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/08/22	128.520	-	-	-	-	-	-	-	01/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	99.000	-	-	-	-	-	-	-	09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	166.464	-	18,00	2,10	0,08	5,1	-	1,37	09/08/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
09/08/22	129.120	-	16,00	2,00	0,09	4,51	-	1,62	09/08/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
09/08/22	48.600	-	16,00	2,00	0,12	4,89	-	1,94	09/08/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
17/08/22	121.440	43,52	-	-	-	-	-	-	17/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/08/22	77.600	131,9	-	-	-	-	-	-	24/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/22	220.880	-	-	-	-	-	-	-	29/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
06/09/22	140.040	44,86	14,00	6,40	0,09	5,49	-	4,61
12/09/22	265.880	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	100.800	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	157.800	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	105.600	25,63	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-
10/10/22	58.500	-	-	-	-	-	-	-
10/10/22	84.800	-	34,00	< 2	0,05	3,21	25,7	4,37
10/10/22	32.040	-	36,00	4,80	0,05	3,26	25,8	3,25
10/10/22	55.648	-	29,00	< 2	0,09	2,57	26,5	3,74
13/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-
17/10/22	37.620	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	47.260	-	-	-	-	-	-	-
03/11/22	77.256	< 10,68	-	-	-	-	-	-
10/11/22	108.300	-	-	-	-	-	-	-
16/11/22	125.268	-	-	-	-	-	-	-
22/11/22	218.592	-	-	-	-	-	-	-
30/11/22	124.800	-	-	-	-	-	-	-
30/11/22	53.460	28,84	-	-	-	-	-	-
06/12/22	101.800	-	-	-	-	-	-	-
13/12/22	152.484	< 10,68	-	-	-	-	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/22	11.232	-	-	-	-	-	-	-
22/12/22	7.552	-	5,00	2,7	0,04	2,67	28,6	2,54
22/12/22		-	3,00	3	0,22	3,17	30,7	1,89
22/12/22	23.408	-	8,00	2,8	< 0,02	5,42	29,5	1,84
27/12/22	11.600	-	-	-	-	-	-	-
05/01/23	-	39,52	-	-	-	-	-	-
11/01/23	28.160	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	29,7	-
19/01/23	106.560	-	-	-	-	-	-	-
24/01/23	61.760	-	-	-	-	-	-	-
27/01/23	105.000	-	-	-	-	-	-	-
31/01/23	90.720	-	-	-	-	-	-	-
07/02/23	43.960	24,56	-	-	-	-	-	-
07/02/23	69.120	-	16,00	3,6	0,03	7,17	29,6	2,49
07/02/23	99.000	-	11,00	4,3	0,05	4,64	30,3	2,65
07/02/23	114.760	-	12,00	6,3	0,07	3,66	29,1	2,68
15/02/23	151.040	-	-	-	-	-	-	-
23/02/23	190.760	-	-	-	-	-	-	-
02/03/23	162.300	-	-	-	-	-	-	-
07/03/23	295.200	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	2,47	28,7	-
13/03/23	-	-	-	-	-	4,09	28,3	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
06/09/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
12/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/10/22	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-
10/10/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
10/10/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
10/10/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
13/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
22/12/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
22/12/22	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
27/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/02/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
07/02/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
07/02/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
15/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
13/03/23	-	-	-	-	-	2,66	26,9	-
13/03/23	443.484	63,01	16,00	3,9	0,09	2,47	-	5,61
15/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/23	264.900	-	-	-	-	-	-	-
27/03/23	249.600	-	-	-	-	-	-	-
04/04/23	149.380	< 10,68	-	-	-	-	-	-
10/04/23	165.440	-	-	-	-	-	-	-
19/04/23	-	-	-	-	-	6,71	31,2	-
19/04/23	-	-	-	-	-	5,7	29,9	-
19/04/23	-	-	-	-	-	5,82	29,1	-
19/04/23	111.296	-	-	-	-	-	-	-
25/04/23	81.400	-	-	-	-	-	-	-
03/05/23	206.340	12,28	-	-	-	-	-	-
10/05/23	97.200	-	-	-	-	-	-	-
12/05/23	93.600	-	-	-	-	-	-	-
12/05/23	212.960	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	164.472	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	-	-	-	-	-	2,11	27,7	-
17/05/23	-	-	-	-	-	1,73	27,8	-
17/05/23	-	-	-	-	-	0,87	28,2	-
24/05/23	237.984	-	-	-	-	-	-	-
30/05/23	50.400	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	21.960	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	24,7	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	25	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	24,9	-
13/06/23	10.800	-	-	-	-	-	-	-
21/06/23	8.840	-	-	-	-	-	-	-
28/06/23	2.160	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	12.960	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	-	-	-	-	-	-	26	-
11/07/23	-	-	-	-	-	-	25,5	-
11/07/23	-	-	-	-	-	-	25	-
19/07/23	3.200	-	-	-	-	-	-	-
19/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-
27/07/23		-	-	-	-	-	-	-
02/08/23	44.640	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	115.282	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	-	-	-	-	-	2,84	25,8	-
08/08/23	-	-	-	-	-	2,04	25,9	-
08/08/23	-	-	-	-	-	1,77	26,5	-
16/08/23	369.600	-	-	-	-	-	-	-
21/08/23	96.480	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	70.750	-	-	-	-	-	-	-

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	< 1	< 2	-	-	-	-
15/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	-	-	< 2	< 2	< 2	< 15
30/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I																					
DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS								DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS													
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)		ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
28/08/23	57.936	-	13,00	< 2	0,05	2,23	-	1,6	28/08/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
28/08/23	114.840	-	14,00	2,4	0,07	1,09	-	2,65	28/08/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
28/08/23	79.999	-	38,00	3,5	0,2	0,74	-	2,99	28/08/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
04/09/23	92.250	-	11,00	4,6	0,03	1,72	-	1,99	04/09/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
04/09/23	-	-	-	-	-	2,27	29,6	-	04/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/09/23	-	-	-	-	-	2,46	27,8	-	04/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/09/23	-	-	-	-	-	1,48	28,1	-	04/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/09/23	72.720	-	-	-	-	-	-	-	12/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/09/23	79.200	-	-	-	-	-	-	-	20/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	55.200	-	-	-	-	-	-	-	26/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	52.950	-	10,00	2	0,07	4,72	-	2,08	26/09/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
26/09/23	112.800	-	12,00	< 2	0,05	3,87	-	2,29	26/09/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
26/09/23	79.200	-	11,00	< 2	0,22	4,25	-	1,97	26/09/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
04/10/23	93.120	-	-	-	-	-	-	-	04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/10/23	-	-	-	-	-	4,12	28,4	-	04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/10/23	-	-	-	-	-	1,28	27,2	-	04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/10/23	-	-	-	-	-	3,43	27,3	-	04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/10/23	79.520	-	-	-	-	-	-	-	10/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/10/23	33.400	-	-	-	-	-	-	-	18/10/23	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-
23/10/23	79.800	-	-	-	-	-	-	-	23/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/10/23	104.720	-	17,00	3	0,3	7,5	-	2,49	23/10/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
23/10/23	147.840	-	16,00	8,4	0,12	7,51	-	2,31	23/10/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
23/10/23	160.400	-	16,00	2,9	0,15	6,88	-	2,45	23/10/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
31/10/23	87.273	-	-	-	-	-	-	-	31/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/23	284.243	-	-	-	-	-	-	-	08/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/23	-	-	-	-	-	1,42	24,4	-	08/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/23	-	-	-	-	-	2,96	25,7	-	08/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/23	-	-	-	-	-	1,8	25	-	08/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/11/23	123.880	-	-	-	-	-	-	-	14/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/23	373.120	-	-	-	-	-	-	-	22/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	190.800	-	-	-	-	-	-	-	28/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	197.780	-	88,00	3,8	< 0,02	4,41	-	4,7	28/11/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
28/11/23	225.428	-	55,00	2,2	< 0,02	4,74	-	6,76	28/11/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
28/11/23	200.494	-	7,00	2,1	< 0,02	3,9	-	5,59	28/11/23	-	-	< 2	-	< 3	-	< 1	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 15
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/12/23	-	-	-	-	-	3,97	27,3	-	04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/12/23	-	-	-	-	-	3,65	28,1	-	04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/12/23	-	-	-	-	-	4,62	28,3	-	04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	11/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	85.645	27,43	25,46	3,76	0,11	3,03	27,08	12,11	Valor Médio	SI	< 1	<2	< 0,01	< 3	SI	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 15
Valor Máximo	443.484	131,90	133,00	25,00	0,30	7,51	31	87,10	Valor Máximo	SI	< 1	<2	< 0,01	< 3	SI	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 15
Valor Máximo Permitido *	50.000 Cel/mL	30 µg/L	75 mg Pt/L	5 mg/L O2	0,03 mg/L	5 mg/L O2	-	100 UNT	Valor Máximo Permitido	0,5 µg/L	0,005 µg/L	5 µg/L	0,04 µg/L	20 µg/L	0,004 µg/L	90 µg/L	0,02 µg/L	9 µg/L	2 µg/L	2 µg/L	10 µg/L	300 µg/L

* Valor Máximo Permitido, exceto para o Parâmetro OD (Oxigênio Dissolvido), o qual não deve ser inferior a 5 mg/L de O2.

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
16/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/02/21	-	< 0,01	29,30	-	-	-	0,21	-	< 1,5	< 0,25	0,40	6,7	< 5	< 0,1
22/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/21	-	< 0,01	29,50	-	-	-	0,11	-	< 1,5	< 0,25	0,88	6,74	< 5	< 0,1
22/02/21	-	< 0,01	29,50	-	-	-	0,15	-	< 1,5	< 0,25	1,06	6,59	< 5	< 0,1
22/02/21	-	< 0,01	29,30	-	-	-	0,17	-	< 1,5	< 0,25	1,79	6,58	< 5	< 0,1
04/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/21	-	< 0,01	-	-	-	-	0,13	-	-	-	0,49	6,8	-	< 0,1
06/04/21	-	< 0,01	-	-	-	-	0,11	-	-	-	0,79	6,74	-	< 0,1
06/04/21	-	< 0,01	-	-	-	-	0,16	-	-	-	1,98	6,58	-	< 0,1
06/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/06/21	-	< 0,01	26,50	-	-	0,22	0,13	-	< 1,5	< 0,25	0,35	6,35	6,74	< 0,1
15/06/21	-	< 0,01	26,30	-	-	0,22	0,12	-	< 1,5	< 0,25	0,37	6,49	6,77	< 0,1
15/06/21	-	< 0,01	26,00	-	-	0,22	0,13	-	< 1,5	< 0,25	0,35	6,54	6,48	< 0,1
17/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/08/21	-	< 0,01	23,10	-	-	0,18	< 0,08	-	< 1,5	< 0,25	-	6,95	8,56	< 0,1
12/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	-	< 0,01	19,20	-	-	-	< 0,08	0,06	< 1,5	< 0,25	-	6,57	7,58	< 0,1
16/08/21	-	< 0,01	19,40	-	-	-	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,61	7,62	< 0,1
16/08/21	-	< 0,01	19,40	-	-	-	< 0,08	0,06	< 1,5	< 0,25	-	6,51	7,53	< 0,1

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
16/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/09/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/10/21	-	< 0,01	27,60	-	-	0,19	< 0,08	0,06	< 1,5	< 0,25	-	7,16	< 5	< 0,1
13/10/21	-	< 0,01	27,10	-	-	0,18	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,54	< 5	< 0,1
13/10/21	-	< 0,01	27,10	-	-	0,18	< 0,08	0,28	< 1,5	< 0,25	-	7,15	< 5	< 0,1
18/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	1,01	-	0,13	-	-	-	2,14	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	1,03	-	0,13	-	-	-	2,34	-	-	-
26/11/21	-	-	-	-	1,07	-	0,13	-	-	-	2,61	-	-	-
30/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/21	48,70	-	-	-	1,07	-	0,14	-	-	-	1,61	6,64	< 5	-
09/12/21	61,20	-	-	-	1,03	-	0,15	-	-	-	1,48	6,62	< 5	-
09/12/21	83,50	-	-	-	1,06	< 0,15	0,13	-	-	-	1,53	6,56	< 5	-
09/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/21	-	< 0,01	27,40	-	-	< 0,15	0,13	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,36	< 5	< 0,1
14/12/21	-	< 0,01	22,30	-	-	< 0,15	0,15	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,77	< 5	< 0,1
14/12/21	-	< 0,01	21,80	-	-	< 0,15	0,15	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,63	< 5	< 0,1
16/12/21	-	-	-	-	-	-	-	< 0,05	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/02/22	-	< 0,01	24,10	-	-	0,17	0,11	-	< 1,5	< 0,25	-	6,58	< 5	< 0,1
01/02/22	-	< 0,01	23,90	-	-	0,18	0,16	-	< 1,5	< 0,25	-	6,50	< 5	< 0,1
01/02/22	-	< 0,01	23,50	-	-	0,17	0,15	-	< 1,5	< 0,25	-	6,55	< 5	< 0,1
08/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/03/22	-	< 0,01	23,60	-	-	0,19	0,11	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,40	< 5	< 0,1
10/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04/22	-	< 0,01	18,80	-	-	0,17	0,11	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,58	< 5	< 0,1

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
05/04/22	-	< 0,01	19,00	-	-	0,18	0,11	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,64	< 5	0,23
05/04/22	-	< 0,01	19,10	-	-	0,17	0,12	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,70	< 5	0,59
11/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/04/22	480,00	< 0,01	-	< 0,005	0,69	-	-	0,17	< 1,5	< 0,25	-	6,65	7,24	< 0,1
21/04/22	533,00	< 0,01	-	< 0,005	0,73	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,60	7,58	< 0,1
21/04/22	425,00	< 0,01	-	< 0,005	0,62	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,61	6,86	< 0,1
22/04/22	350,00	< 0,01	-	< 0,005	0,55	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,98	6,17	< 0,1
22/04/22	453,00	< 0,01	-	< 0,005	0,73	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,50	6,07	< 0,1
22/04/22	357,00	< 0,01	-	< 0,005	0,56	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,90	6,22	< 0,1
23/04/22	645,00	< 0,01	-	0,01	0,94	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,67	6,38	< 0,1
23/04/22	486,00	< 0,01	-	0,01	0,80	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,75	6,18	< 0,1
23/04/22	573,00	< 0,01	-	0,01	0,89	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,53	6,25	< 0,1
25/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/22	569,00	< 0,01	-	0,01	0,90	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,53	6,35	< 0,1
25/04/22	478,00	< 0,01	-	0,01	0,86	-	-	0,09	< 1,5	< 0,25	-	6,51	6,73	< 0,1
25/04/22	464,00	< 0,01	-	0,01	0,87	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,45	6,43	< 0,1
27/04/22	573,00	< 0,01	-	< 0,005	1,46	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,31	8,93	< 0,1
27/04/22	605,00	< 0,01	-	< 0,005	1,53	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,32	8,84	< 0,1
27/04/22	692,00	< 0,01	-	< 0,005	1,71	-	-	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,74	8,80	< 0,1
02/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/06/22	-	< 0,01	25,20	-	-	< 0,15	< 0,08	0,27	< 1,5	< 0,25	-	5,95	5,87	< 0,1
07/06/22	-	< 0,01	25,70	-	-	< 0,15	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,21	7,79	< 0,1
07/06/22	-	< 0,01	26,00	-	-	< 0,15	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	5,93	7,97	< 0,1
07/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/07/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/08/22	-	< 0,01	26,40	-	-	0,19	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,86	< 5	< 0,1
09/08/22	-	< 0,01	26,30	-	-	0,20	0,09	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,81	< 5	< 0,1
09/08/22	-	< 0,01	26,60	-	-	0,20	0,09	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,71	< 5	< 0,1
17/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/09/22	-	< 0,01	15,80	-	-	< 0,15	0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,95	< 5	< 0,1
12/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,15	-	-
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/10/22	-	< 0,01	25,60	-	-	0,17	0,14	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,36	< 5	< 0,1
10/10/22	-	< 0,01	25,90	-	-	0,17	0,13	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,28	< 5	< 0,1
10/10/22	-	< 0,01	26,00	-	-	0,16	0,14	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,39	< 5	< 0,1
13/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/22	-	< 0,01	23,50	-	-	0,16	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,44	< 5	< 0,1
22/12/22	-	< 0,01	23,60	-	-	0,17	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,50	< 5	< 0,1
22/12/22	-	< 0,01	23,50	-	-	0,17	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,94	< 5	< 0,1
27/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,42	-	-
19/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/02/23	-	< 0,01	39,50	-	-	0,22	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,69	< 5	< 0,1
07/02/23	-	< 0,01	39,40	-	-	0,22	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,64	< 5	< 0,1
07/02/23	-	< 0,01	39,60	-	-	0,22	0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,60	< 5	< 0,1
15/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/23	< 20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,75	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,68	-	-
13/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,50	-	-
13/03/23	-	< 0,01	37,90	-	-	0,28	0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,75	< 5	< 0,1
15/03/23	< 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/23	< 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
15/03/23	< 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/04/23	31,50	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	5,71	-	-
19/04/23	21,20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	5,54	-	-
19/04/23	44,10	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	5,78	-	-
19/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/05/23	99,20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,74	-	-
17/05/23	140,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,21	-	-
17/05/23	175,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,90	-	-
24/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/06/23	27,60	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,91	-	-
06/06/23	32,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,54	-	-
06/06/23	27,60	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,39	-	-
13/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	26,70	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,46	-	-
11/07/23	35,80	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	5,82	-	-
11/07/23	30,20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	-	-	-
19/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,66	-	-
27/07/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/08/23	< 20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,68	-	-
08/08/23	23,10	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,77	-	-
08/08/23	< 20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,75	-	-
16/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/08/23	-	< 0,01	13,10	-	-	0,20	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,67	< 5	< 0,1
28/08/23	-	< 0,01	12,90	-	-	0,20	0,11	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,28	< 5	< 0,1
28/08/23	-	< 0,01	12,20	-	-	0,18	0,14	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,43	< 5	< 0,1
04/09/23	-	< 0,01	28,10	-	-	0,21	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,46	< 5	< 0,1
04/09/23	52,80	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,81	-	-

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA JOANES I														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
04/09/23	23,90	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,79	-	-
04/09/23	31,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,68	-	-
12/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/09/23	-	< 0,01	29,30	-	-	0,19	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,03	< 5	< 0,1
26/09/23	-	< 0,01	28,80	-	-	0,19	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,91	< 5	< 0,1
26/09/23	-	< 0,01	33,60	-	-	0,18	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,83	< 5	< 0,1
04/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/10/23	49,20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,76	-	-
04/10/23	31,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,56	-	-
04/10/23	21,50	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,55	-	-
10/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/10/23	-	< 0,01	53,40	-	-	0,23	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,53	10,30	< 0,1
23/10/23	-	< 0,01	27,80	-	-	0,23	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,45	7,78	< 0,1
23/10/23	-	< 0,01	27,70	-	-	0,23	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,42	7,67	< 0,1
31/10/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/11/23	82,40	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	7,10	-	-
08/11/23	66,20	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,62	-	-
08/11/23	124,00	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,66	-	-
14/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/23	-	< 0,01	31,70	-	-	0,19	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	7,42	< 5	< 0,1
28/11/23	-	< 0,01	32,10	-	-	0,19	< 0,08	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,98	< 5	< 0,1
28/11/23	-	< 0,01	30,90	-	-	0,19	0,10	< 0,05	< 1,5	< 0,25	-	6,87	< 5	< 0,1
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,47	-	-
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,78	-	-
04/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	6,94	-	-
11/12/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	226,81	< 0,01	26,31	0,01	0,96	0,19	0,11	0,06	< 1,5	< 0,25	1,26	6,62	5,90	0,10
Valor Máximo	692,00	< 0,01	53,40	0,01	1,71	0,28	0,21	0,28	< 1,5	< 0,25	2,61	7,42	10,30	0,59
Valor Máximo Permitido	100 µg/L Al	10 µg/L Pb	250 mg/L Cl	9 µg/L Cu	0,3 mg/L Fe	1,4 mg/L F	0,1 mg/L Mn	0,2 µg/L Hg	10 mg/L N	1 mg/L N	3,7 mg/L N	6,0 ≤ pH ≤ 9,0	250 mg/L SO4	0,18 mg/L Zn

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA SANTA HELENA

DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS							
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)
19/11/20	-	-	-	-	-	-	-	-
01/12/20	579.600	-	-	-	-	-	-	-
07/12/20	194.940	-	-	-	-	-	-	-
09/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/20	381.600	-	-	-	-	-	-	-
22/12/20	415.600	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	393.200	-	-	-	-	-	-	-
05/01/21	192.720	-	-	-	-	-	-	-
11/01/21	267.960	-	-	-	-	-	-	-
19/01/21	290.000	-	-	-	-	-	-	-
26/01/21	92.400	-	-	-	-	-	-	-
02/02/21	180.200	-	-	-	-	-	-	-
09/02/21	202.560	-	-	-	-	-	-	-
16/02/21	157.080	-	-	-	-	-	-	-
23/02/21	120.340	-	-	-	-	-	-	-
02/03/21	160.000	-	-	-	-	-	-	-
09/03/21	120.200	-	-	-	-	-	-	-
16/03/21	90.600	-	-	-	-	-	-	-
23/03/21	52.480	-	-	-	-	-	-	-
30/03/21	96.600	-	-	-	-	-	-	-
06/04/21	76.800	-	-	-	-	-	-	-
13/04/21	1.366.992	-	-	-	-	-	-	-
20/04/21	666.000	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	625.140	-	-	-	-	-	-	-
04/05/21	730.800	-	-	-	-	-	-	-
10/05/21	660.620	-	-	-	-	-	-	-
18/05/21	447.840	-	-	-	-	-	-	5,37
20/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	494.940	-	-	-	-	-	-	-
01/06/21	170.280	-	-	-	-	-	-	-
08/06/21	498.520	-	-	-	-	-	-	-
15/06/21	552.400	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	312.600	23,41	-	-	-	-	-	-
29/06/21	530.816	-	-	-	-	-	-	-
06/07/21	369.072	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	57.120	19,76	-	-	-	-	-	-
18/11/21	494.500	12,02	32	4,5	0,09	5,41	-	5,25
16/05/22	366.400	-	29	5	0,08	-	-	3,21
07/11/22	413.100	-	20	2	0,07	-	-	3,34
08/05/23	355.200	54,47	98	6,4	0,21	4,65	-	11,9
22/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-
13/11/23	196.800	-	29	< 2	0,05	3,88	-	4,53
Valor Médio	349.986	27,42	41,60	3,98	0,09	4,65	SI	5,60
Valor Máximo	1.366.992	54,47	98,00	6,40	0,21	5,41	SI	11,90
Valor Máximo Permitido *	50.000 Cel/mL	30 µg/L	75 mg Pt/L	5 mg/L O2	0,03 mg/L	5 mg/L O2	-	100 UNT

DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
19/11/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/20	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	-	-	< 2	< 2	< 1	< 4
14/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/05/21	< 0,5	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 4
20/05/21	-	< 1	-	-	-	< 1	-	-	< 2	-	-	-	-
24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	< 1	< 3	< 0,01	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 4
16/05/22	-	< 1	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 4
07/11/22	-	< 1	< 3	< 0,01	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 4
08/05/23	-	< 1	< 3	< 0,01	< 3	-	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 4
22/05/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	-	-	< 2	< 2	< 1	< 4
13/11/23	-	-	< 3	-	< 3	-	< 2	< 1	-	< 2	< 2	< 1	< 4
Valor Médio	<0,5	< 1	< 3	< 0,01	<3	< 1	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 4
Valor Máximo	<0,5	< 1	< 3	< 0,01	<3	< 1	< 2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 4
Valor Máximo Permitido	0,5 µg/L	0,005 µg/L	5 µg/L	0,04 µg/L	20 µg/L	0,004 µg/L	90 µg/L	0,02 µg/L	9 µg/L	2 µg/L	2 µg/L	10 µg/L	300 µg/L

* Valor Máximo Permitido, exceto para o Parâmetro OD (Oxigênio Dissolvido), o qual não deve ser inferior a 5 mg/L de O2.

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados)

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA SANTA HELENA														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
19/11/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 5	-
09/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/03/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/05/21	-	< 0,01	-	-	-	-	< 0,08	-	-	-	0,76	6,46	-	< 0,1
20/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/06/21	-	-	21,4	-	-	-	-	-	< 1,5	< 0,25	-	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	< 0,01	16,7	-	-	0,13	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	7,17	-	< 0,1
16/05/22	-	< 0,01	11,5	-	-	< 0,1	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	-	-	< 0,1
07/11/22	-	< 0,01	21,7	-	-	0,15	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	-	-	< 0,1
08/05/23	-	< 0,01	20,7	-	-	0,89	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	-	-	< 0,1
22/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/11/23	-	< 0,01	19,2	-	-	0,17	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	-	-	< 0,1
Valor Médio	SI	< 0,01	18,53	SI	SI	0,29	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	0,76	6,82	< 5	< 0,1
Valor Máximo	SI	< 0,01	21,70	SI	SI	0,89	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	0,76	7,17	< 5	< 0,1
Valor Máximo Permitido	100 µg/L Al	10 µg/L Pb	250 mg/L Cl	9 µg/L Cu	0,3 mg/L Fe	1,4 mg/L F	0,1 mg/L Mn	0,2 µg/L Hg	10 mg/L N	1 mg/L N	3,7 mg/L N	6,0 ≤ pH ≤ 9,0	250 mg/L SO4	0,18 mg/L Zn

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA PEDRA DO CAVALO																						
DATA	PARÂMETROS ESPECÍFICOS								DATA	PARÂMETROS ORGÂNICOS												
	Contagem Cel/mL	Clf"a" (µg/L)	Cor Real (mg Pt/L)	DBO5 (mg/L)	F.TOT (mg P/L)	OD (mg OD/L)	TEMP..AM ºC	Turbidez (NTU)		ACL (µg/L)	A&D (µg/L)	BENZ (µg/L)	CLDN (µg/L)	CH2Cl2 (µg/L)	END (µg/L)	ETBZ (µg/L)	LIND (µg/L)	PCLF (µg/L)	CCl4 (µg/L)	TOL (µg/L)	TRCLEE (µg/L)	XILS (µg/L)
23/11/20	-	-	-	-	-	-	-	-	23/11/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	10/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	06/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	16/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/21	-	-	-	-	-	-	-	0,6	16/03/21	-	< 1	< 3	-	< 10	< 1	< 5	-	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
08/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	08/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	20/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	18/05/21	< 0,5	< 1	-	-	-	< 1	-	< 1	< 2	-	-	-	-
31/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	31/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-	19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	16/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/09/21	-	-	37	2,5	0,09	3,81	-	2,24	13/09/21	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
18/10/21	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-	18/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	18/11/21	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-
20/12/21	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-	17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	< 10,68	127	3	0,09	6,8	-	2,18	21/02/22	-	< 1	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
25/02/22	3800	-	-	-	-	-	-	-	25/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	21/03/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-	18/04/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/05/22	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	16/05/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/06/22	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-	13/06/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/22	< 1	< 10,68	55	< 2	0,09	5,92	-	1,53	18/07/22	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
15/08/22	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	15/08/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22	< 1	14,42	-	-	-	-	-	-	19/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/09/22	< 1	-	-	-	-	-	-	-	29/09/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/10/22	10080	-	-	-	-	-	-	-	06/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/10/22	< 1	-	-	-	-	-	-	-	14/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/10/22	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-	18/10/22	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-
28/10/22	< 1	-	-	-	-	-	-	-	28/10/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/22	-	15,49	-	-	-	-	-	-	22/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/22	< 1	-	-	-	-	-	-	-	09/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/12/22	8800	-	-	-	-	-	-	-	16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/22	3960	< 10,68	-	-	-	-	-	-	20/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/22	< 1	-	-	-	-	-	-	-	30/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/01/23	1184	-	-	-	-	-	-	-	06/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/23	3400	< 10,68	55	< 2	0,05	1,88	-	1,66	17/01/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
13/02/23	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	13/02/23	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-
21/03/23	< 1	< 10,68	-	-	-	-	-	-	21/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/23	-	< 10,68	-	-	-	-	-	-	18/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/05/23	5200	-	-	-	-	-	-	-	16/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/06/23	< 1	-	-	-	-	-	-	-	12/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	< 1	-	52	2,1	0,12	7,07	20,8	2,5	11/07/23	-	-	< 3	-	< 10	-	< 5	< 1	-	< 2	< 2	< 2	< 4
08/08/23	< 1	-	-	-	-	-	-	-	08/08/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/23	< 1	-	-	-	-	-	-	-	19/09/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/10/23	< 1	-	-	-	-	-	-	-	16/10/23	-	< 1	-	< 0,01	-	-	-	-	< 2	-	-	-	-
20/11/23	< 1	-	-	-	-	-	-	-	20/11/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	1.349,8	11,07	65,20	2,40	0,08	5,10	20,80	1,79	Valor Médio	< 0,5	< 1	< 3	< 0,01	< 10	< 1	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
Valor Máximo	10.080	15,49	127,00	3,00	0,12	7,07	20,80	2,50	Valor Máximo	< 0,5	< 1	< 3	< 0,01	< 10	< 1	< 5	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 4
Valor Máximo Permitido *	50.000 Cel/mL	30 µg/L	75 mg Pt/L	5 mg/L O2	0,03 mg/L	5 mg/L O2	-	100 UNT	Valor Máximo Permitido	0,5 µg/L	0,005 µg/L	5 µg/L	0,04 µg/L	20 µg/L	0,004 µg/L	90 µg/L	0,02 µg/L	9 µg/L	2 µg/L	2,0 µg/L	10 µg/L	300 µg/L

* Valor Máximo Permitido, exceto para o Parâmetro OD (Oxigênio Dissolvido), o qual não deve ser inferior a 5 mg/L de O2.

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA PEDRA DO CAVALO														
DATA	PARÂMETROS INORGÂNICOS													
	Al.Dis. (µg Aldis/L)	Pb (µg Pb/L)	Cloreto (mg Cl/L)	Cu.Dis. (µg Cudis/L)	Fe.Dis. (mg Fedis/L)	Fluoreto (mg F/L)	Mn (mg/L)	Hg (µg Hg/L)	Nitrato (mg NO3-N/L)	Nitrito (mg NO2-N/L)	Amônia (mg NH3/L)	pH (DC)	Sulfato (mg SO4/L)	Zn (µg Zn/L)
23/11/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/12/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/01/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/21	-	-	48,8	-	-	-	< 0,08	-	< 1,5	< 0,25	0,07	7,31	< 5	< 0,1
08/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/04/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/05/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/06/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/08/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/09/21	-	-	169	-	-	0,11	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	6,48	21,7	< 0,1
18/10/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/22	-	-	57	-	-	< 0,1	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	6,13	5,87	< 0,1
25/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,29	-	-
16/05/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,12	-	-
13/06/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/07/22			63,4	-	-	< 0,1	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	7,42	< 5	< 0,1
15/08/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/09/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/10/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/10/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/10/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/10/22			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/22	-	< 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/01/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/23	-	-	71,1	-	-	< 0,1	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	7,1	< 5	< 0,1
13/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/05/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/06/23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/07/23	-	-	97,6	-	-	< 0,1	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	-	7,17	5,09	< 0,1
08/08/23	-	< 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/09/23	-	< 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/10/23	-	< 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/11/23	-	< 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Médio	SI	< 0,01	84,48	SI	SI	0,10	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	0,07	6,63	7,94	< 0,1
Valor Máximo	SI	< 0,01	169,00	SI	SI	0,11	< 0,08	< 0,2	< 1,5	< 0,25	0,07	7,42	21,70	< 0,1
Valor Máximo Permitido	100 µg/L Al	10 µg/L Pb	250 mg/L Cl	9 µg/L Cu	0,3 mg/L Fe	1,4 mg/L F	0,1 mg/L Mn	0,2 µg/L Hg	10 mg/L N	1 mg/L N	3,7 mg/L N	6,0 ≤ pH ≤ 9,0	250 mg/L SO4	0,18 mg/L Zn

Fonte: Adaptado de Embasa (2024). (EMBASA (dados) e GEOHIDRO (elaboração / processamento dos dados))

ANEXO I – BOLETINS DE VOLUME DE ÁGUA ADUZIDO/PRODUZIDO

embasa DT - TRP - TRPR	BOLETIM DE VOLUME ADUZIDO / PRODUZIDO S I A A DA R.M.S.	DIÁRIO		DIA: 01/01 a 31/12
		MENSAL		MÊS: JAN a DEZ
		ANUAL	X	ANO: 2021

ADUTORAS	VOLUME (m³)	VAZÃO (m³/s)
I - SISTEMA BOLANDEIRA	**ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**	
JOANES I - BOLANDEIRA (RECALQUE)	61.387.865	1,947
JOANES I - BOLANDEIRA (GRAVIDADE)	34.436.019	1,092
IPITANGA I - BOLANDEIRA	13.441.723	0,426
(A) TOTAL:	109.265.607	3,465
	ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA	
ETA TEODORO SAMPAIO - R1 (DUNA)	20.196.661	0,640
ETA'S: V. DE MELLO E T.SAMPAIO / ALTA CARGA - ORLA	3.067.244	0,097
ETA'S: V. DE MELLO E T.SAMPAIO / ALTA CARGA - R7 (CABULA)	76.625.350	2,430
(B) TOTAL:	99.889.255	3,167
(C) DIFERENÇA: ÁGUA BRUTA - ÁGUA TRATADA = (A) - (B)	9.376.352	0,298 (8,6 %)
II - SISTEMA PRINCIPAL	**ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**	
CAPTAÇÃO PEDRA DO CAVALO / CANAL	231.462.414	7,340
CANAL / ETA PRINCIPAL (CHEGADA DA ETA)	202.281.102	6,414
CAPTAÇÃO JOANES II / ETA PRINCIPAL	35.741.456	1,133
(D) CANAL - JOANES II / ETA PRINCIPAL (TOTAL CHEGADA DA ETA)	238.022.558	7,547
	ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA	
ETA PRINCIPAL - SALVADOR (LINHA VELHA)	120.249.496	3,813
ETA PRINCIPAL - SALVADOR (LINHA NOVA)	89.681.892	2,844
ETA PRINCIPAL - SISTEMA INTEGRADO DO RECÔNCAVO	12.000.760	0,381
ETA PRINCIPAL - RES. PASSAGEM DOS TEIXEIRAS	350.284	0,011
ETA PRINCIPAL - R23 (CAJI)	26.713.396	0,847
ETA PRINCIPAL - R21 (SIMÕES FILHO)	5.830.909	0,185
ETA PRINCIPAL - REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE SIMÕES FILHO	5.670.439	0,180
ETA PRINCIPAL - ZONA 84 MAPELE (SIMÕES FILHO)	2.223.300	0,071
ETA PRINCIPAL - CIA SUL	946.512	0,030
ETA PRINCIPAL - PALESTINA	199.914	0,006
ETA PRINCIPAL - R10 (ILHA AMARELA)	10.640.753	0,337
ETA PRINCIPAL - R18 (VALÉRIA)	18.311.453	0,581
ETA PRINCIPAL - VALÉRIA 500mm	792.890	0,025
ETA PRINCIPAL - R14 (ÁGUAS CLARAS)	27.385.748	0,868
ETA PRINCIPAL - R17 (PIRAJÁ)	8.147.983	0,258
ETA PRINCIPAL - CAJAZEIRAS	7.593.267	0,241
ETA PRINCIPAL - MATA ESCURA / CALABETÃO	4.044.446	0,128
ETA PRINCIPAL - R25 (GOMÉIA)	17.811.562	0,565
ETA PRINCIPAL - LOBATO / SÃO BARTOLOMEU	3.068.428	0,097
ETA PRINCIPAL - CIDADE BAIXA	15.758.372	0,500
ETA PRINCIPAL - R20 (FAZENDA GRANDE III)	26.239.377	0,832
ETA PRINCIPAL - R7 (CABULA)	31.095.649	0,986
TOTAL (E) :	224.825.442	7,129
(F) TOTALIZADO PELOS MACROMEDIDORES DE ÁGUA TRATADA	221.932.148	7,037
DIFERENÇA: ÁGUA BRUTA - ÁGUA TRATADA = (D) - (F)	16.090.410	0,510 (6,8 %)
III - SISTEMA IPITANGA II	**ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**	
IPITANGA II - ETA SUBURBANA	5.030.966	0,160
TOTAL (G) :	5.030.966	0,160
	ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA	
ETA SUBURBANA - VALÉRIA 500 mm	3.783.172	0,120
ETA SUBURBANA - PALESTINA	1.071.770	0,034
TOTAL (H) :	4.854.942	0,154
DIFERENÇA: ÁGUA BRUTA - ÁGUA TRATADA = (G) - (H)	176.024	0,006 (3,5 %)

Volume da ETA Principal (m³)	209.931.388	*Medidor da saída da ETA Principal*	
Volume da ETA Principal (m³)	212.824.682	*Medidores das Chegadas dos Reservatórios*	
	-2.893.294	Vazão(m³/s)	-0,091 -1,38%

Cristiane de Santana
Téc. em Automação e Controle
Mat.: 12.205-A

CÁLCULO: Cristiane de S. Oliveira

Rafael Tarquinio V. da Silva
Supervisão de Pitometria
CREA 14.246
Mat.: 8456-5 - TDOP

SUPERVISOR: Engº Rafael T. V. da Silva

embasa DT - TRP - TRPR	BOLETIM DE VOLUME ADUZIDO / PRODUZIDO S I A A DA R.M.S.	DIÁRIO		DIA: 01/01 DIA: 31/12	AFERIÇÕES		
		MENSAL		MÊS:			
		ANUAL	X	ANO: 2022			
ADUTORAS		**VOLUME (m^3)**		**VAZÃO (m^3/s)**	**ÚLTIMA**	**ERRO (%)**	**PRÓXIMA**
I - SISTEMA BOLANDEIRA		**ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**			**BOLANDEIRA - ÁGUA BRUTA**		
JOANES I - BOLANDEIRA (RECALQUE)		60,496,271		1.918	13/10/22	2.3	FEV/23
JOANES I - BOLANDEIRA (GRAVIDADE)		35,414,567		1.123	21/06/22	-1.3	DEZ/22
IPITANGA I - BOLANDEIRA		11,435,319		0.363	19/06/22	1.9	DEZ/22
(A) TOTAL:		107,346,157		3.404			
		ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA			**BOLANDEIRA - ÁGUA TRATADA**		
ETA TEODORO SAMPAIO - R1 (DUNA)		20,839,995		0.661	19/06/22	-2.3	DEZ/22
ETA TEODORO SAMPAIO - ORLA		3,335,412		0.106	12/07/21	2.0	JAN/23
ETA'S: V. DE MELLO E T.SAMPAIO / ALTA CARGA - R7 (CABULA)		75,235,244		2.386	05/08/22	0.1	DEZ/22
(B) TOTAL:		99,410,651		3.152			
(C) DIFERENÇA: ÁGUA BRUTA - ÁGUA TRATADA = (A) - (B)		7,935,506		0.252 (7.4 %)			
II - SISTEMA PRINCIPAL		**ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**			**PRINCIPAL - ÁGUA BRUTA**		
CAPTAÇÃO PEDRA DO CAVALO / CANAL		229,256,943		7.270	04/08/22	1.8	FEV/23
CANAL / ETA PRINCIPAL (CHEGADA DA ETA)		194,198,263		6.158	22/12/22	0.7	ABR/23
CAPTAÇÃO JOANES II / ETA PRINCIPAL (CHEGADA DA ETA)		61,141,831		1.939	07/07/22	-0.5	DEZ/22
(D) CANAL - JOANES II / ETA PRINCIPAL (TOTAL CHEGADA DA ETA)		255,340,095		8.097			
		ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA			**PRINCIPAL - ÁGUA TRATADA**		
ETA PRINCIPAL - SALVADOR (LINHA VELHA)		127,643,288		4.048	09/07/22	0.7	NOV/22
ETA PRINCIPAL - SALVADOR (LINHA NOVA)		90,915,000		2.883	22/07/22	2.1	NOV/22
ETA PRINCIPAL - SISTEMA INTEGRADO DO RECÔNCAVO		12,143,791		0.385	31/08/22	-2.6	DEZ/22
ETA PRINCIPAL - RES. PASSAGEM DOS TEIXEIRAS		287,255		0.009	31/01/21	1.3	JUN/20*
ETA PRINCIPAL - R23 (CAJI)		27,174,757		0.862	01/02/22	-0.1	AGO/22*
ETA PRINCIPAL - R21 (SIMÕES FILHO)		5,460,066		0.173	23/04/22	-1.1	AGO/22*
ETA PRINCIPAL - REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE SIMÕES FILHO		5,641,013		0.179	05/07/21	1.2	JAN/23
ETA PRINCIPAL - MAPELE e CIA I (SIMÕES FILHO)		2,373,300		0.075	16/08/22	1.9	JAN/23
ETA PRINCIPAL - CIA SUL		812,085		0.026	01/08/21	-2.9	FEV/23
ETA PRINCIPAL - PALESTINA		1,117,396		0.035	01/08/21	-1.3	FEV/23
ETA PRINCIPAL - R10 (ILHA AMARELA)		9,923,374		0.315	19/10/22	-1.7	FEV/23
ETA PRINCIPAL - R18 (VALÉRIA)		16,721,731		0.530	26/10/22	-1.6	FEV/23
ETA PRINCIPAL - VALÉRIA 500mm (BICO DOCE)		4,370,631		0.139	27/05/22	1.2	SET/22*
ETA PRINCIPAL - R14 (ÁGUAS CLARAS)		26,652,692		0.845	29/07/21	2.6	JAN/23
ETA PRINCIPAL - R17 (PIRAJÁ)		7,912,939		0.251	23/08/22	-3.5	DEZ/22
ETA PRINCIPAL - CAJAZEIRAS		7,600,465		0.241	16/08/22	-1.0	DEZ/22
ETA PRINCIPAL - MATA ESCURA / CALABETÃO		2,905,553		0.092	06/01/22	-3.3	JUL/22*
ETA PRINCIPAL - R25 (GOMÉIA)		16,950,547		0.537	11/08/22	-1.0	FEV/23
ETA PRINCIPAL - LOBATO / SÃO BARTOLOMEU		2,867,867		0.091	05/10/21	-0.7	JUL/22*
ETA PRINCIPAL - CIDADE BAIXA / BONFIM		16,288,046		0.516	23/08/22	1.5	DEZ/22
ETA PRINCIPAL - R20 (FAZENDA GRANDE III)		26,630,214		0.844	30/09/22	-1.0	JAN/23
ETA PRINCIPAL - R7 (CABULA)		37,351,552		1.184	18/10/22	1.9	FEV/23
TOTAL (E) :		231,185,275		7.331			
(F) TOTALIZADO PELOS MACROMEDIDORES DE ÁGUA TRATADA		230,702,079		7.316			
DIFERENÇA: ÁGUA BRUTA - ÁGUA TRATADA = (D) - (F)		24,638,015		0.781 (9.6 %)			
III - SISTEMA IPITANGA II		**ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**			**IPITANGA II - ÁGUA BRUTA**		
IPITANGA II - ETA SUBURBANA		216,753		0.041	09/09/21	1.0	JUN/22
TOTAL (G) :		216,753		0.041			
		ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA			**IPITANGA II - ÁGUA TRATADA**		
ETA SUBURBANA - VALÉRIA 500mm		159,243		0.030	15/07/21	-3.8	ABR/22
ETA SUBURBANA - PALESTINA		40,295		0.008	12/09/21	0.9	JUN/22
TOTAL (H) :		199,538		0.074			
DIFERENÇA: ÁGUA BRUTA - ÁGUA TRATADA = (G) - (H)		17,215		0.006 (7.9 %)			

218,558,288	*Medidores da saída da ETA Principal (m^3)*		
219,041,484	*Medidores das Chegadas dos Reservatórios (m^3)*		
-483,195	Vazão(m^3/s)	-0.180	-0.22%

CÁLCULO: Engº Adilton Sacramento	**SUPERVISOR: Cristiane de Santana**

Cristiane de Santana
Eng. Aut. Automação e Controle
Mat.: 12.205-A

embasa DT - TRP - TRPR	BOLETIM DE VOLUME ADUZIDO / PRODUZIDO S I A A DA R.M.S.	DIÁRIO		DIA: 01/01 a 31/12
		MENSAL		MÊS: JAN a DEZ
		ANUAL	X	ANO: 2023

ADUTORAS	VOLUME (m^3)	VAZÃO (m^3/s)
I - SISTEMA BOLANDEIRA	**ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**	
JOANES I - BOLANDEIRA (RECALQUE)	59.430.672	1,885
JOANES I - BOLANDEIRA (GRAVIDADE)	33.477.530	1,062
IPITANGA I - BOLANDEIRA	18.129.177	0,575
(A) TOTAL:	111.037.379	3,522
	ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA	
ETA VIEIRA DE MELLO - R1 (DUNA)	20.889.506	0,662
ETA TEODORO SAMPAIO - R1 (DUNA)	716.123	0,023
ETA'S: V. DE MELLO E T.SAMPAIO / ALTA CARGA - ORLA (LINHA VELHA)	3.222.048	0,102
ETA'S: V. DE MELLO E T.SAMPAIO / ALTA CARGA - ORLA (LINHA NOVA)	244.660	0,008
ETA'S: V. DE MELLO E T.SAMPAIO / ALTA CARGA - R7 (CABULA)	76.319.552	2,420
(B) TOTAL:	101.391.889	3,215
(C) DIFERENÇA: ÁGUA BRUTA - ÁGUA TRATADA = (A) - (B)	9.645.490	0,307 (8,7 %)
II - SISTEMA PRINCIPAL	**ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**	
CAPTAÇÃO PEDRA DO CAVALO / CANAL	226.302.247	7,176
CANAL / ETA PRINCIPAL (CHEGADA DA ETA)	190.835.557	6,051
CAPTAÇÃO JOANES II / ETA PRINCIPAL	67.997.547	2,156
(D) CANAL - JOANES II / ETA PRINCIPAL (TOTAL CHEGADA DA ETA)	258.833.104	8,207
	ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA	
ETA PRINCIPAL - SALVADOR (LINHA VELHA)	127.941.865	4,057
ETA PRINCIPAL - SALVADOR (LINHA NOVA)	93.089.649	2,952
ETA PRINCIPAL - SISTEMA INTEGRADO DO RECÔNCAVO	12.540.507	0,398
ETA PRINCIPAL - RES. PASSAGEM DOS TEIXEIRAS	324.359	0,010
ETA PRINCIPAL - R23 (CAJI) (LINHA VELHA)	24.984.120	0,792
ETA PRINCIPAL - R23 (CAJI) (LINHA NOVA)	2.020.471	0,064
ETA PRINCIPAL - R21 (SIMÕES FILHO)	5.535.720	0,176
ETA PRINCIPAL - REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE SIMÕES FILHO	6.016.629	0,191
ETA PRINCIPAL - ZONA 84 MAPELE (SIMÕES FILHO)	2.389.800	0,076
ETA PRINCIPAL - CIA SUL	766.637	0,024
ETA PRINCIPAL - PALESTINA	1.181.658	0,037
ETA PRINCIPAL - R10 (ILHA AMARELA)	9.717.198	0,308
ETA PRINCIPAL - R18 (VALÉRIA)	16.897.675	0,536
ETA PRINCIPAL - VALÉRIA 500mm	4.885.140	0,155
ETA PRINCIPAL - R14 (ÁGUAS CLARAS)	28.477.258	0,903
ETA PRINCIPAL - R17 (PIRAJÁ)	7.911.698	0,251
ETA PRINCIPAL - CAJAZEIRAS	7.833.729	0,248
ETA PRINCIPAL - MATA ESCURA / CALABETÃO	2.626.471	0,083
ETA PRINCIPAL - R25 (GOMÉIA)	17.364.120	0,551
ETA PRINCIPAL - LOBATO / SÃO BARTOLOMEU	2.611.790	0,083
ETA PRINCIPAL - CIDADE BAIXA	16.165.992	0,513
ETA PRINCIPAL - R20 (FAZENDA GRANDE III)	26.479.150	0,840
ETA PRINCIPAL - R7 (CABULA)	40.122.740	1,272
TOTAL (E) :	236.852.862	7,511
(F) TOTALIZADO PELOS MACROMEDIDORES DE ÁGUA TRATADA	233.576.907	7,407
DIFERENÇA: ÁGUA BRUTA - ÁGUA TRATADA = (D) - (F)	25.256.197	0,800 (9,8 %)
III - SISTEMA IPITANGA II	**ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**	
IPITANGA II - ETA SUBURBANA	-	-
TOTAL (G) :	-	-
	ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA	
ETA SUBURBANA - VALÉRIA 500 mm	-	-
ETA SUBURBANA - PALESTINA	-	-
TOTAL (H) :	-	-
DIFERENÇA: ÁGUA BRUTA - ÁGUA TRATADA = (G) - (H)	-	- (- %)

Volume da ETA Principal (m^3)	221.036.400	*Medidor da saída da ETA Principal*	
Volume da ETA Principal (m^3)	224.312.355	*Medidores das Chegadas dos Reservatórios*	
	-3.275.955	Vazão(m^3/s)	-0,104 -1,48%

CÁLCULO: Ailton Nascimento Andrade	VERIFICAÇÃO: Engº Rafael T. V. da Silva

ANEXO II – ESTUDOS HIDROLÓGICOS (PARMS 2016)

APÊNDICE 2 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS

SUMÁRIO

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 6
2.2 RESERVATÓRIO DE SANTA HELENA 9
2.2.1 Dados fluviométricos disponíveis 9
2.2.2 Caracterização das bacias de interesse 10
2.2.3 Avaliações Hidrológicas 21
2.2.4 Análise dos Cenários Propostos e Considerações relevantes para Santa Helena 49
2.3 RESERVATÓRIO DE PEDRA DO CAVALO 52
2.3.1 Dados fluviométricos disponíveis 53
2.3.2 Caracterização da bacia 53
2.3.3 Avaliações Hidrológicas 60
2.3.4 Análise dos Cenários Propostos e Considerações relevantes para Pedra do Cavalo 84
2.4 RESERVATÓRIOS DO JOANES 86
2.5 RESERVATÓRIOS DE IPITANGA 92
2.6 DISPONIBILIDADE HÍDRICA DOS RESERVATÓRIOS 103
REFERÊNCIAS 104

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1 - Mananciais do SIAA de Salvador e SIAA do Recôncavo 7

Figura 2. 2 - Localização da Sub-Bacia 50 11

Figura 2. 3 - Médias mensais de precipitação no período 1971 a 1978 14

Figura 2. 4 - Precipitação e Evapotranspiração Potencial (em mm) – Emboacica 18

Figura 2. 5 - Excedente Hídrico e Deficiência Hídrica (em mm) – Emboacica 19

Figura 2. 6 - Comparação gráfica das estimativas da Evaporação 24

Figura 2. 7 - Comparação entre variação de volume entre cotas, obtidos por dois procedimentos distintos a partir dos dados informados 27

Figura 2. 8 - Comparando relações quantitativas entre cotas, áreas e volumes 28

Figura 2. 9 - Relações entre cotas, áreas e volumes em Santa Helena 28

Figura 2. 10 - Curva cota x volume 29

Figura 2. 11 - Curva cota x área 29

Figura 2. 12 - Comparação dos resultados das vazões geradas – em m³/s 37

Figura 2. 13 - Comparação dados medidos e gerados em Emboacica (1961 a 1979) – em m³/s 39

Figura 2. 14 - Primeiro conjunto de dados de entrada do BHIM 41

Figura 2. 15 - Segundo conjunto de dados de entrada do BHIM 42

Figura 2. 16 - Balanço hídrico da primeira etapa do processo iterativo 43

Figura 2. 17 - Passos subsequentes do processo iterativo 43

Figura 2. 18 - Elementos de controle para elaboração de sínteses do comportamento no cenário estudado 44

Figura 2. 19 - Saídas do BHIM 45

Figura 2. 20 - Saída gráfica do BHIM 46

Figura 2. 21 - Entradas no BHIM para cota mínima igual a 17,0 m 46

Figura 2. 22 - Saídas do BHIM para o nível mínimo igual a cota 17,0 m. 47

Figura 2. 23 - Comportamento esperado cenário com cota mínima igual a 17,0 m. 47

Figura 2. 24 - Aspectos relevantes do cenário atual de vazões 48

Figura 2. 25 - Vazões representativas do período estudado em 1996 49

Figura 2. 26 - Precipitação e Evapotranspiração Potencial - Usina Bananeiras 58

Figura 2. 27 - Excedente Hídrico e Deficiência Hídrica - Usina Bananeiras 58

Figura 2. 28 - Entradas no BHIM para o cenário proposto sem considerar a precipitação 63

Figura 2. 29 - Saídas do BHIM e Comportamento esperado do cenário proposto sem considerar a precipitação 63

Figura 2. 30 - Entradas no BHIM para o cenário proposto considerando a precipitação 64

Figura 2. 31 - Saídas do BHIM e Comportamento esperado do cenário proposto considerando a precipitação. 64

Figura 2. 32 - Regressão entre dados de Argoim e Argoim + Ponte Rio Branco com os dados da estação Pedra do Cavalo 74

Figura 2. 33 - Preenchimento de falha para o mês dez/2003 em Argoim 75

Figura 2. 34 - Preenchimento de falha para o mês dez/2006 em Argoim 75

Figura 2. 35 - Preenchimento de falha em Argoim para meses sem dados em Iaçu 76

Figura 2. 36 - Comparação das vazões medidas e geradas 78

Figura 2. 37 - Vazões médias mensais medidas em Argoim e estimadas em Pedra do Cavalo entre 1980 e 2013 (m³/s).....81

Figura 2. 38 - Elementos de entrada do cenário proposto 82

Figura 2. 39 - Saídas para o cenário proposto 82

Figura 2. 40 - Médias anuais nos dois períodos.....83

Figura 2. 41 - Cotas, áreas e volumes em Ipitanga I e II.....93

Figura 2. 42 - ETP nos reservatórios Ipitanga I e Ipitanga II 94

Figura 2. 43 - Vazões estimadas para Ipitanga II.....95

Figura 2. 44 - Entradas no BHIM para Ipitanga II.....96

Figura 2. 45 - Saídas do BHIM para Ipitanga II 97

Figura 2. 46 - Volumes extravazados estimados para Ipitanga II no cenário de máxima vazão regularizada com 100% de garantia 97

Figura 2. 47 - Vazão em Ipitanga I (bacia incremental, equivalentes ao volume extravasado de Ipitanga II e total) de janeiro a junho.....98

Figura 2. 48 - Vazão em Ipitanga I (bacia incremental, equivalentes ao volume extravasado de Ipitanga II e total) de julho a dezembro.....99

Figura 2. 49 - Entradas no BHIM para Ipitanga I.....100

Figura 2. 50 - Saídas do BHIM para Ipitanga I, considerando Ipitanga II operando segundo o que anteriormente foi mostrado 101

LISTA DE QUADROS

Quadro 2. 1 - Expectativa de vazões regularizadas nos mananciais da RMS em estudos existentes 6

Quadro 2. 2 – Estações Fluviométricas de interesse 10

Quadro 2. 3 - Estações Pluviométricas de interesse na região da Barragem de Santa Helena 12

Quadro 2. 4 - Dados mensais de precipitação (em mm) em Emboacica (01238046) – Dados consistidos 13

Quadro 2. 5 - Dados mensais de precipitação (em mm) em Amélia Rodrigues (01238088) – Dados brutos sem consistência 14

Quadro 2. 6 - Coeficientes para estimativa das temperaturas média das mínimas, média das média e média das máximas 16

Quadro 2. 7 - Temperatura média e Evapotranspiração Potencial em Emboacica 17

Quadro 2. 8 - Balanço Hídrico Climatológico em Emboacica (em mm) 18

Quadro 2. 9 - Demandas estimadas para outros usos que não o abastecimento humano 20

Quadro 2. 10 - Demanda *per capta* por tipo de rebanho 20

Quadro 2. 11 - Vazão regularizada com 100% de permanência em Santa Helena estimada em estudos anteriores (m³/s) 22

Quadro 2. 12 - Estimativas da Evaporação 24

Quadro 2. 13 - Área e volume em função da altura, no reservatório de Santa Helena utilizados nos estudos de 1996 e 1998 25

Quadro 2. 14 - Comparação entre volumes calculado e informado 26

Quadro 2. 15 - Dados fluviométricos do rio Jacuípe em Mata de São João (50840000) – em m³/s 31

Quadro 2. 16 - Dados fluviométricos do rio Jacuípe em Emboacica (50890000) – em m³/s 33

Quadro 2. 17 - Equações utilizadas para gerar vazões médias mensais em Santa Helena período janeiro 1986 a dezembro de 2005 35

Quadro 2. 18 - Expressões de regressão utilizadas para gerar dados em Santa Helena com uma única função para todo o ano 35

Quadro 2. 19 - Vazões geradas a partir de múltiplas expressões (uma para cada mês) – em m³/s 36

Quadro 2. 20 - Vazões geradas a partir de uma única expressão do tipo potência para todos os meses do ano – em m³/s 36

Quadro 2. 21 - Vazões geradas a partir de uma única expressão do tipo polinomial do segundo grau para todos os meses do ano – em m³/s 37

Quadro 2. 22 - Comparação dos resultados das vazões geradas – em m³/s 37

Quadro 2. 23 - Comparação entre valores gerados e medidos – em m³/s 38

Quadro 2. 24 - Volumes correspondentes aos níveis operacionais dos reservatórios 50

Quadro 2. 25 - Vazões regularizadas em Santa Helena para cenários mais recentes 50

Quadro 2. 26 - Vazão regularizada com 100% de permanência em Santa Helena estimada em estudos distintos 51

Quadro 2. 27 - Resultados da simulação para o cenário estabelecido 52

Quadro 2. 28 - Estações Fluviométricas mais representativas para Pedra do Cavalo 53

Quadro 2. 29 - Estações Pluviométricas de interesse na região da Barragem de Pedra do Cavalo 54

Quadro 2. 30 - Dados mensais de precipitação (em mm) em Usina Bananeiras (01239004) – Dados brutos sem consistência 55

Quadro 2. 31 - Dados mensais de precipitação (em mm) em São Félix (01238025) – Dados brutos sem consistência 56

Quadro 2. 32 - Temperatura média e Evapotranspiração Potencial em Usina Bananeiras.....57

Quadro 2. 33 - Balanço Hídrico Climatológico em Usina Bananeiras (em mm) 57

Quadro 2. 34 - Evolução esperada para as relações entre cota com área e volume 61

Quadro 2. 35 - Valores de K, m e r^2 para as curvas cota x área e cota x volume 62

Quadro 2. 36 - Dados fluviométricos da estação de Argoim (51350000) – em m³/s 66

Quadro 2. 37 - Dados fluviométricos Ponte Rio Branco (51460000) – em m³/s 68

Quadro 2. 38 - Dados fluviométricos Pedra do Cavalo (51490000) – em m³/s 72

Quadro 2. 39 - Equações utilizadas para gerar vazões médias mensais período janeiro 1965 a dezembro de 1975 76

Quadro 2. 40 - Coeficientes de correlação entre dados medidos e gerados.....77

Quadro 2. 41 - Vazões geradas para estação Pedra do Cavalo (1980 a 2013) - em m³/s. 79

Quadro 2. 42 - Volumes disponíveis para regularização e vazões em Pedra do Cavalo 84

Quadro 2. 43 - Vazões em Joanes I, geradas a partir do Rio Jacuípe em Mata de São João - em m³/s. 87

Quadro 2. 44 - Vazões em Joanes II, geradas a partir do Rio Jacuípe em Mata de São João - em m³/s. 89

Quadro 2. 45 - Indicadores relativos aos reservatórios de Joanes I e de Joanes II 91

Quadro 2. 46 - Vazões média mensais (m³/s) na bacia do Joanes II estimadas pela FEP 92

Quadro 2. 47 - Comparação das estimativas de vazão regularizada em Joanes I e Joanes II 92

Quadro 2. 48 - Curvas cota x área e cota x volume para Ipitanga I e Ipitanga II.....93

Quadro 2. 49 - Vazões médias estimadas para as bacias de Ipitanga I e Ipitanga II 102

Quadro 2. 50 - Parâmetros Indicadores dos reservatórios de Ipitanga I e Ipitanga II.....102

Quadro 2. 51 - Comparação das estimativas de vazão regularizada em Ipitanga I e Ipitanga II.....102

Quadro 2. 52 - Síntese da disponibilidade hídrica dos reservatórios analisados 103

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

São apresentadas neste item as avaliações hidrológicas referentes aos mananciais de superfície que abastecem os sistemas das sedes municipais e dos principais núcleos urbanos dos municípios em estudo. Os reservatórios das barragens de Santa Helena, Pedra do Cavalo, Joanes I e II e Ipitanga I e II são os responsáveis pelo abastecimento da maior parcela da população da RMS, incluindo a capital do Estado e diversos municípios situados no seu entorno.

Esses mananciais foram implantados progressivamente em períodos distintos, ao longo de muitos anos, e a capacidade de atendimento (vazão regularizada) de cada um deles foi avaliada por meio de estudos realizados à época de sua implantação e, em alguns casos, por outros trabalhos posteriores. No **Quadro 2. 1** apresentado a seguir estão indicadas as expectativas de vazões regularizadas nesses reservatórios, de acordo com duas fontes de informações reconhecidamente importantes no contexto dos estudos: i) Revisão do Balanço Hídrico do Plano de Recursos Hídricos do Estado da Bahia, construído pelo INEMA em colaboração com o IICA (2012); e ii) Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMS, PDAA/98 (EMBASA, 1998). É possível observar que os valores são quase sempre distintos. E a **Figura 2. 1** mostra a localização desses reservatórios.

Quadro 2. 1 - Expectativa de vazões regularizadas nos mananciais da RMS em estudos existentes

RESERVATÓRIO	RIO BARRADO	CONSTRUÇÃO ***	EXPECTATIVA DE VAZÃO REGULARIZADA (m^3/s)	
			IICA / INEMA *	PDAA/98 **
Pedra do Cavalo	Paraguaçu	1982	75,50	-
Santa Helena	Jacuípe	1981	10,00	9,42
Joanes I	Joanes	1955	1,24	1,20
Joanes II	Joanes	1971	2,40	3,80
Ipitanga I	Ipitanga	1935	0,30	-
Ipitanga II	Ipitanga	1971	0,29	-

Fontes:
* Revisão do Balanço Hídrico do Plano Estadual de Recursos Hídricos – IICA / INEMA (2012)
** Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMS – PDAA/98 (EMBASA, 1998)
*** Açudes Públicos da Bahia – CEI / SEPLANTEC (1985)

As bacias hidrográficas e os processos hidrológicos que nelas ocorrem possuem um caráter bastante dinâmico, respondendo às oscilações naturais dos indicadores meteorológicos e às alterações resultantes das atividades antrópicas. Neste contexto, a definição da vazão segura para atendimento às demandas deve se constituir em um processo permanente de avaliação, capaz de observar a evolução do sistema na produção das reservas hídricas e identificar cenários de restrição de oferta que se apresentam ao longo do tempo, os quais devem ser considerados para aperfeiçoamento do gerenciamento do sistema.

As avaliações hidrológicas desenvolvidas neste estudo tiveram como objetivo avaliar, no tempo presente, as vazões que podem ser consideradas como referência para o atendimento das demandas, levando em conta novos contornos experimentados nas respectivas bacias.



Figura 2. 1 - Mananciais do SIAA de Salvador e SIAA do Recôncavo

Fonte: EMBASA, 2013

Para atender ao escopo dos trabalhos definidos nos TDR, foram consultados e analisados estudos e bancos de dados existentes relacionados a aspectos da hidrologia regional e local, assim como dados oficiais de variáveis hidrológicas, climatológicas e relacionadas ao meio físico. Entre eles destacam-se:

- Hidroweb (Banco de Dados Hidrometeorológicos da Agência Nacional de Águas – ANA);
- Revisão do Balanço Hídrico do Plano Estadual de Recursos Hídricos - Bahia (PERH-BA);
- Estudo da Vazão de 95% de Permanência da Sub-Bacia 50 (CPRM);
- Zoneamento Ecológico Econômico do Estado da Bahia (SEMA-BA e SEPLAN-BA);
- Dados fluviométricos e sobre reservatórios de regularização do INEMA- BA;
- Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe (Geohidro);
- Revisão e Atualização do Plano Diretor do Sistema de Abastecimento da Grande Salvador (Hydros);
- Projeto de Revitalização e Gestão Ambiental dos Mananciais do Sistema Joanes/Ipitanga (Fundação Escola Politécnica/EMBASA/SEDUR).

Estabelecem os termos de referência deste estudo que seja feita uma caracterização clara e concisa que possibilite o conhecimento do panorama atual da bacia, a partir da análise integrada de dados de diversas variáveis que interferem nas principais características do sistema hidrológico. Para atingir este objetivo, os mananciais são observados a partir dos seguintes elementos:

- a bacia hidrográfica e a RPGA (Região de Planejamento e Gestão das Águas) onde se inserem, destacando aspectos relativos à gestão de suas águas;
- as características do meio físico a partir dos fatores mais significativos para a formação dos dois principais componentes do escoamento superficial (o escoamento direto e o escoamento de base);
- aspectos relevantes do clima regional, responsáveis pela alimentação do sistema hidrológico;
- macro caracterização dos demais usos da água (outros que não o abastecimento das comunidades) estimados para a região.

O aprofundamento das análises hidrológicas é efetuado a partir da caracterização do regime dos cursos de água ou dos reservatórios de regularização, conforme o caso, de interesse do estudo. Para tanto, nos locais associados às estruturas de captação dos sistemas de abastecimento é destacado o comportamento das vazões médias, das máximas e das mínimas, quando as captações são realizadas a fio d'água ou da caracterização do comportamento de reservatórios, quando os sistemas se utilizam deste tipo de estrutura para garantir o suprimento das demandas.

Para área de abrangência deste trabalho, os estudos dizem respeito à avaliação da capacidade de regularização dos reservatórios de Santa Helena, Pedra do Cavalo e os existentes nos rios Joanes e Ipitanga, mananciais que abastecem Salvador e outras cidades relevantes da RMS.

Em todos os casos acima citados, as captações são realizadas a partir de reservatórios, não existindo captação a fio d'água.

Para dar suporte às análises hidrológicas foi levantado o maior número possível de dados referentes aos reservatórios de interesse, além de informações relativas a estações fluviométricas e pluviométricas e outras existentes e que sejam de interesse dos objetivos deste estudo. Tais levantamentos visam proporcionar uma base de dados que permitisse retratar, com maior representatividade possível, o comportamento esperado dos reservatórios de interesse.

O conjunto de reservatórios analisados como mananciais de abastecimento da cidade de Salvador e outras próximas não é concentrado em uma única bacia. Por conta disso, a apresentação do tema é realizada por reservatório, permitindo que as características correspondentes a cada bacia ou curso de água a ele atrelado possam ser devidamente abordadas.

Por se tratarem de reservatórios existentes, avaliações da capacidade de regularização esperada para cada um deles já foram efetuadas em épocas anteriores. Neste trabalho, foram analisados, sempre que possível, os estudos existentes com este propósito, com especial atenção na metodologia empregada, nos dados disponíveis e utilizados naquela oportunidade com vistas à definição da garantia de oferta de água para o sistema. Considerando a dinâmica do sistema hidrológico, os estudos agora realizados aferem também esta capacidade sob a luz de dados mais recentes, quando estes existem, ou a partir de estimativas do comportamento atual, permitindo comparar estes resultados com as estimativas existentes. A análise deste conjunto e informações leva à definição da capacidade que deve ser esperada para cada um dos reservatórios.

A primeira estimativa da vazão de referência para atendimento das demandas correspondeu à vazão regularizada pelo reservatório com 100% de permanência. Este valor foi obtido numa hipótese puramente teórica de não liberação de vazão para jusante. Da mesma forma foram estabelecidos os valores das vazões regularizadas com 95% e 90% de permanência.

A Instrução Normativa Nº 01, de 27 de fevereiro de 2007, que dispõe sobre a emissão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Bahia, estabelece que, em barramentos implantados em mananciais perenes, a máxima vazão resultante das outorgas para diversos fins deve ser igual a 80% (oitenta por cento) das vazões regularizadas com 90% (noventa por cento) de garantia. Estabelece ainda que nos casos de abastecimento humano, tal limite poderá atingir até 95%.

Estabelecida a vazão regularizada para cada reservatório e considerando que o uso prioritário destes mananciais é o abastecimento humano, foram definidas as vazões de liberação à jusante sob duas hipóteses:

- Em condições normais do regime de vazões, corresponde a 20% da vazão regularizada com 90% de permanência; e
- Em condições de escassez de oferta, considerada igual a 5% da vazão regularizada com 90% de garantia.

Identificados estes indicadores globais de disponibilidade foram também consideradas questões específicas relacionadas ao uso da água relativas a cada uma das bacias onde estão inseridos os reservatórios de tal maneira a estabelecer referenciais significativos que levam em conta outros usos que possam concorrer com o abastecimento humano, e com isto avaliar como considerar estas questões para o desenvolvimento de estratégias deste plano.

Por uma questão de estratégia de apresentação, os estudos serão abordados por reservatório, contemplando, para cada um deles, os diversos elementos e aspectos necessários à obtenção do objetivo pretendido.

2.2 RESERVATÓRIO DE SANTA HELENA

2.2.1 Dados fluviométricos disponíveis

Está implantada no trecho baixo do Rio Jacuípe. Esta barragem foi construída na década de 70, rompeu e ficou fora de operação normal por alguns anos e posteriormente foi reconstruída. Por conta deste histórico, vários estudos sobre ela foram desenvolvidos e para tanto foram sempre utilizados dados de três estações inseridas no Inventário de Estações Fluviométricas da ANA para a caracterização do regime de escoamento deste curso de água no local da barragem. Essas estações são apresentadas no **Quadro 2. 2** a seguir.

Quadro 2. 2 – Estações Fluviométricas de interesse

CÓDIGO	SIGLA UTILIZADA	NOME DA ESTAÇÃO	AREA DA BACIA (Km²)	OPERADORA	COORDENADAS		OPERAÇÃO	
					LAT	LONG	INICIO	FIM
50820000	SSP	SÃO SEBASTIÃO DO PASSÉ	288	CPRM / ANA	-12:30:32	-38:29:45	1956	2013
50840000	MSJ	MATA DE SÃO JOÃO	442	CPRM / ANA	-12:31:33	-38:17:34	1956	2009
50890000	BEM	EMBOACICA	946	ANA	-12:37:0	-38:11:00	1961	1979

Fonte: Agencia Nacional de Água,2014

A estação de Emboacica (EMB) deixou de ser operada em face da construção da Barragem de Santa Helena. Ficava situada em local muito próximo e imediatamente à jusante da obra. Por conta disto seus dados assumiram papel relevante nos primeiros estudos desenvolvidos acerca deste barramento.

Com o colapso estrutural desta barragem, as etapas posteriores de planejamento do SAA da RMS promoveram estudos de reavaliação do potencial do rio Jacuípe e nestes trabalhos, já sem a operação da estação de Emboacica, a análise conjunta dos dados existentes em período comum entre as três estações permitiu estimar o comportamento do curso de água na alimentação do reservatório para os anos em que não mais se dispunha de dados em Emboacica. Seus dados foram determinantes para a construção de séries sintéticas a partir dos elementos medidos nas duas outras estações.

Os trabalhos intitulados Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe, realizado pela Geohidro, e o Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, desenvolvido pela Hydros, realizaram avaliações referentes à consistência dos dados para as três estações e estas análises proporcionam condições satisfatórias para o desenvolvimento dos trabalhos que foram realizados neste estudo em desenvolvimento, conforme posteriormente será apresentado.

2.2.2 Caracterização das bacias de interesse

A bacia do Rio Jacuípe está inserida na Região de Planejamento e Gestão das Águas – RPGA do Recôncavo Norte e Inhambupe. Todos os recursos hídricos superficiais dos cursos desta RPGA são de domínio do Estado da Bahia.

Na configuração do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, a RPGA do Recôncavo Norte e Inhambupe está inserida na Bacia 5 – Bacias do Atlântico Sul – Trecho Leste e, dentro desta região, na Sub-Bacia 50, composta pelas bacias hidrográficas da Bacia 5, situadas mais ao norte.

Esta RPGA possui Comitê de Bacia já instituído e, atualmente está iniciando a elaboração do Plano de Bacia desta RPGA. Na década de 1990, o Estado da Bahia elaborou Planos Diretores de Recursos Hídricos – PDRH – para diversas das suas regiões hidrográficas. O PDRH Bacias do Recôncavo Norte e Inhambupe é de 1996 e por conta disto encontra-se bastante defasado.

A **Figura 2. 2** localiza a Sub-Bacia 50 no nordeste brasileiro e no Estado da Bahia e identifica seus principais rios, entre eles o Jacuípe. A RPGA do Recôncavo Norte e Inhambupe é composta pela bacia do Inhambupe e todas aquelas situadas a sul desta até a costa norte da Baía de Todos os Santos.

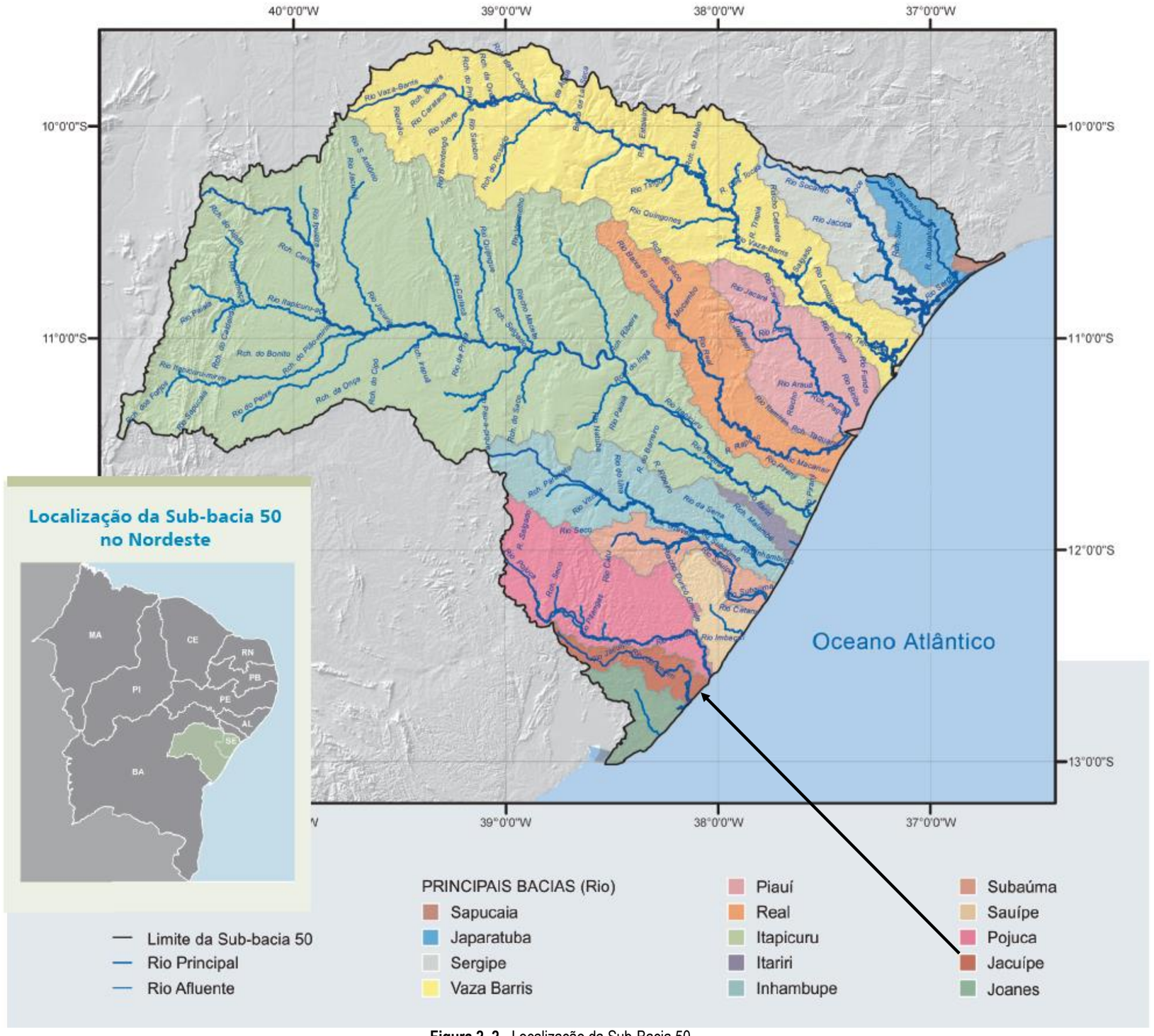


Figura 2. 2 - Localização da Sub-Bacia 50
Fonte: CPRM, 2013

A grande proximidade da região litorânea proporciona a esta bacia características climatológicas típicas desta região. Esta condição é predominante em toda a bacia. Entretanto, como mais adiante será demonstrado, nos setores situados mais a montante desta bacia é possível observar uma moderada queda dos totais pluviométricos anuais assim como, no valor da média na maioria dos meses do ano. Não é significativa entre os trechos mais à montante e à jusante na bacia, a forma como se dá a distribuição das chuvas ao longo dos meses.

A principal causa desta moderada alteração de comportamento pode ser atribuída aos fatores de maior relevância na formação das chuvas regionais. Em boa parte do litoral baiano, a principal causa de chuvas pode ser associada à chegada de frentes frias vindas do sul. Estas frentes deslocam-se de sul para norte ao longo de todo o ano, mas é no período de maio a julho que elas resultam nos maiores índices pluviométricos, graças à menor aquecimento que elas sofrem ao passar pelos estados do sudeste. Nestes estados, as temperaturas, neste período, já não são aquelas encontradas no verão. Massas frias chegando a regiões como o litoral baiano, onde a umidade e a temperatura das massas de ar são elevadas, proporcionam grande potencial de formação de chuvas. Este comportamento é muito bem observado até a altura de Salvador e, na medida em que se desloca para setores mais a norte, mesmo no litoral, é possível observar que existe uma diminuição um tanto significativa dos indicadores de chuva. Nos setores mais a norte do litoral baiano se apresenta como elemento mais significativo na causa de chuvas a chegada de ondas de leste, fenômeno observado com maior freqüência no período que se estende entre o final do verão e os primeiros meses do inverno. É muito comum observar chuvas apenas numa estreita faixa do litoral norte da Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco nesta época do ano.

Na região em estudo, estas são as duas principais causas de chuvas.

Quadro 2. 3 - Estações Pluviométricas de interesse na região da Barragem de Santa Helena

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	RESPONSÁVEL / OPERADORA	ALTITUDE (m)	COORDENADAS		OPERAÇÃO	
					LAT	LONG	INICIO	FIM
1238046	Emboacica	Camaçari	ANA / CPRM	13	-12:36:11	-38:8:15	1962	2006
1238088	Amélia Rodrigues (PMA)	Amélia Rodrigues	CEPLAC	-	-12:25:0	-38:46:0	1971	1978

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

Para ilustrar o comportamento na região da Barragem de Santa Helena são apresentados os dados da estação pluviométrica de Emboacica, cujo código no banco de dados da Agência Nacional de Águas é 01238046, localizada no município de Camaçari (coordenadas -12:36:11 e -38:8:15) e operada pela CPRM, conforme **Quadro 2. 4**.

A variação de comportamento da pluviometria na medida em que se compara com setores mais à montante e à jusante da bacia pode ser percebida a partir do confronto de dados no curto período comum disponibilizado. Foi feita uma comparação do comportamento dos valores mensais em Emboacica e em Amélia Rodrigues, esta, situada nas proximidades dos trechos mais altos do rio Jacuípe.

A estação código 01238088, localizada em Amélia Rodrigues, coordenadas -12:25:0 e -38:46:0, operada por CEPLAC, possui poucas informações disponibilizadas, mas este fato não inviabiliza a comparação, conforme

O **Fonte:** Agencia Nacional de Água, 2014

Quadro 2. 5 que apresenta os dados mensais de precipitação na estação.

Quadro 2. 4 - Dados mensais de precipitação (em mm) em Emboacica (01238046) – Dados consistidos

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
1961													
1962				186,30		255,90							
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969	41,00	30,70	595,00	184,80	425,90	247,20	115,80	109,90	25,90	37,40	24,60	318,00	**2.156,20**
1970	102,00	131,80	62,10	132,50	191,00	111,00	176,70	150,40	8,20	15,60	101,90	15,40	**1.198,60**
1971	57,80	45,50	66,80	477,70	334,50	198,40	275,20	150,00	155,80	63,60	26,30	21,40	**1.873,00**
1972													
1973	26,30	33,90	119,40	99,80	303,80	437,40	256,20	179,60	208,20	436,90	131,20	39,80	**2.272,50**
1974	158,90	219,40	114,90	387,50	281,20	265,00	144,00	136,50	105,30	117,50	94,90	66,90	**2.092,00**
1975	117,30	153,00	147,00	505,40	421,10	182,40	264,80	190,60	194,90	20,10	42,50	220,70	**2.459,80**
1976	20,80	229,40	131,40	115,30	138,70	117,30	70,90	128,50	17,60	240,40	79,80	80,70	**1.370,80**
1977	44,40	254,30	82,20	243,90	351,90	155,20	69,40	27,50	111,50	388,70	15,00	205,30	**1.949,30**
1978	56,50	48,20	82,90	204,60	166,70	178,10	115,70	179,50	56,10	20,00	41,80	135,80	**1.285,90**
1979	65,10	91,70	42,50	128,50	167,10	175,80	107,00	30,00	43,60	22,00	94,40	90,20	**1.057,90**
1980	134,50	167,60	39,00	58,40	229,50	75,20	93,60	114,30	73,40	71,10	201,00	39,80	**1.297,40**
1981	54,50	48,30	114,00	177,70	144,50	181,40	136,30	71,40	37,20	19,80	55,80	49,20	**1.090,10**
1982	25,50	101,40	30,00	234,10	307,80	283,00	179,50	100,10	161,80	68,50	20,20	47,00	**1.558,90**
1983	35,30	88,70	148,80	167,90	131,50	155,10	160,50	85,40	35,20	115,60	66,50	57,50	**1.248,00**
1984	24,60	34,00	120,00	285,40	185,00	127,00	77,70	150,40	153,40	61,60	62,30	43,00	**1.324,40**
1985	19,40	100,20	128,20	482,20	268,80	178,30	261,60	181,50	64,90	94,30	421,70	88,70	**2.289,80**
1986	34,00	49,00	312,60	302,90	165,50	150,50	126,50	117,40	117,60	149,10	231,40	63,60	**1.820,10**
1987	34,60	86,50	191,00	216,10	271,20	266,30	106,40	69,10	56,70	10,90	48,30	8,70	**1.365,80**
1988	192,90	27,60	246,00	204,10	229,40	350,60	291,30	128,70	75,40	72,30	116,30	298,40	**2.233,00**
1989	95,90	22,40	206,30	268,00	826,60	259,40	263,10	152,80	106,20	199,50	24,20	237,20	**2.661,60**
1990	66,60	36,10	31,90	130,80	96,10	103,80	170,80	119,10	195,70	77,30	44,30	180,90	**1.253,40**
1991	119,80	79,80	140,70	104,30	257,20	307,80	136,10	317,30	100,40	44,30	38,30	12,10	**1.658,10**
1992	78,50	163,80	48,30	71,60	60,90	172,60	131,10	120,10	108,30	4,70	84,10	158,40	**1.202,40**
1993	20,20	18,00	12,80	79,70	192,80	168,40	69,80	237,70	61,20	87,60	11,30	19,20	**978,70**
1994	20,20	57,80	14,70	301,10	279,20	309,60	267,80	99,70	79,20	84,10	18,00	12,10	**1.543,50**
1995	1,30	35,40	60,70	174,00	361,50	210,90	113,50	84,20	86,00	9,70	175,00	59,20	**1.371,40**
1996	33,80	56,00	52,60	421,70	155,70	348,20	110,50	101,90	137,10	58,20	231,40	28,40	**1.735,50**
1997	116,70	260,50	132,70	280,90	158,30	178,60	190,60	52,80	24,90	93,80	9,60	53,20	**1.552,60**
1998	60,20	9,90	17,30	140,40	219,50	226,40	289,50	111,70	28,20	19,40	10,80	24,40	**1.157,70**
1999	100,20	56,60	171,50	158,60	309,40	194,50	188,10	280,00	153,80	178,00	236,70	129,30	**2.156,70**
2000	59,00	89,90	116,90	242,10	196,10	249,10	168,10	169,30	229,30	24,10	99,10	76,70	**1.719,70**
2001	68,60	22,20	125,20	106,20	142,20	209,80	233,70	214,80	240,60	265,30	11,30	30,50	**1.670,40**
2002	231,00	59,70	127,70	131,00	257,80	197,60	215,30	153,50	102,00	4,80	46,20	48,50	**1.575,10**
2003	37,40	76,50	313,50	102,30	299,20	218,30	211,90	184,10	190,00	123,40	102,50	29,30	**1.888,40**
2004	365,20	59,00	92,10	139,60	121,40	183,00	245,50	118,00	44,00	38,70	165,10	10,20	**1.581,80**
2005	55,70	182,50	136,10	450,40	194,90	392,60	330,30	150,50	34,60	15,10	220,40	79,80	**2.242,90**
2006	45,70	24,20	40,60	289,20	420,90	521,10	188,70	80,00	143,00	95,20	126,50	29,20	**2.004,30**
Médias (1962 a 2006)	**76,25**	**87,88**	**124,74**	**220,71**	**250,40**	**224,81**	**177,12**	**136,44**	**101,82**	**93,21**	**95,42**	**84,02**	**1672,91**
(1971 a 1978)	**68,86**	**140,53**	**106,37**	**290,60**	**285,41**	**219,11**	**170,89**	**141,74**	**121,34**	**183,89**	**61,64**	**110,09**	**1.900,47**

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

Quadro 2. 5 - Dados mensais de precipitação (em mm) em Amélia Rodrigues (01238088) – Dados brutos sem consistência

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
1971											62,30	43,60	
1972	85,30		99,70	111,50	271,00	206,70	88,90	138,60	121,10	165,30	16,40	39,90	**1.344,40**
1973	34,90	10,60	133,90	83,50	294,00	230,90	91,00	125,80	156,20	214,60	164,50	23,30	**1.563,20**
1974	99,80	172,60	154,70	278,30	258,10	202,10	173,50	165,00	69,50	77,30	132,60	105,00	**1.888,50**
1975	66,50	84,20	150,70	286,50	284,80	147,30	339,50	149,60	195,40	62,40	29,40	149,30	**1.945,60**
1976	32,00	135,50	52,20	108,30	93,30	77,80	92,60	100,90	58,80	247,70	165,90	65,00	**1.230,00**
1977	185,60	143,20	116,40	185,50	216,80	193,10	115,50	18,10	98,60	228,60	52,20	265,70	**1.819,30**
1978	114,30	131,30	235,10	274,30	384,10	280,60	135,20						
Médias (1971 a 1978)	**88,34**	**112,90**	**134,67**	**189,70**	**257,44**	**191,21**	**148,03**	**116,33**	**116,60**	**165,98**	**89,04**	**98,83**	**1.689,32**

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

Para o período comum (1971 a 1978), a média dos totais anuais em Emboacica foi de 1900,5 mm enquanto em Amélia Rodrigues chegou a 1689,3 mm. Também as médias dos totais mensais apresentaram comportamento de redução na maioria dos meses do ano como pode ser observado na **Figura 2. 3** a seguir.

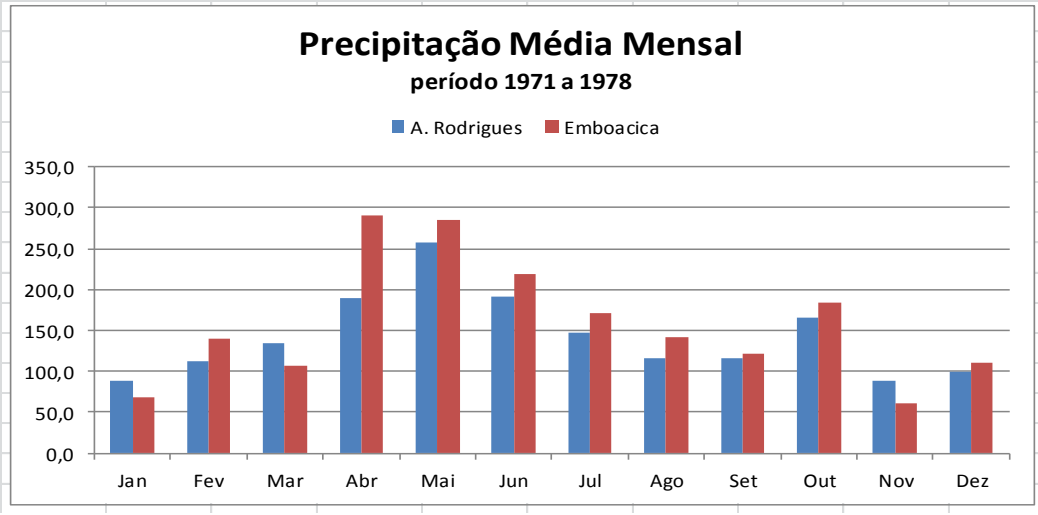


Figura 2. 3 - Médias mensais de precipitação no período 1971 a 1978

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

Ainda sobre dados relevantes do clima na área de interesse do estudo, são apresentados valores estimados para médias das temperaturas médias, máximas e mínimas, evapotranspiração potencial (ETP) e indicadores relacionados ao balanço hídrico climatológico.

Segundo metodologia proposta por **Hargreaves**, a ETP pode ser estimada a partir da radiação do topo da atmosfera e da média da temperatura mensal, assim como a média das temperaturas máximas e das mínimas para o mesmo mês. A expressão que sintetiza a metodologia é a que segue:

$$Et_o = 0{,}0023 \cdot R_a \cdot (T_{med} + 17{,}8) \cdot (T_{max} - T_{min})^{0{,}5}$$

onde:

Et_o = evapotranspiração de referência, em mm/dia;

R_a = radiação no topo da atmosfera, em MJ/(m²dia);

T = temperatura media do mês, em ^oC;

T_{max} = temperatura média das máximas para o mês em questão, em ^oC e

T_{min} = temperatura média das mínimas para o mês, em ^oC.

A radiação no topo da atmosfera, para a unidade especificada pode ser obtida a partir da expressão:

$$\mathbf{R_a = 37,586 \, . \, d_r \, . \, (w_s \, . \, sen \, \varphi \, . \, sen \, \delta_s + cos \, \varphi \, . \, cos \, \delta_s . \, sen \, ws),}$$

onde:

dr = distância relativa terra – sol, em radianos;

ws = ângulo horário do por do sol, em radianos;

φ= latitude do lugar, em radianos e

δ_s= declinação solar em radianos.

R_a = expressa em equivalente de evaporação (mm/dia). Para mm/dia, dividir por 2,45.

Todos estes elementos podem ser obtidos a partir de informações sempre disponíveis em bancos de dados.

A declinação solar, em radianos, é obtida pela expressão:

$$\mathbf{\delta_s = 0,4093 \, . \, sen \, [\, (2\pi/360) \, . \, J - 1,405] \text{ onde J é o número do dia do ano.}}$$

Para valores mensais, J pode ser determinado como **J = inteiro (30,42 . M – 15,23)**, sendo M o número do mês e J corresponde ao valor médio do referido mês.

A distância relativa terra – sol, em radianos, pode ser obtida pela expressão:

$$\mathbf{dr = 1 + 0,033 \, . \, cos \, [(2\pi/360) \, . \, J]}$$

O ângulo horário do pôr do sol, em radianos, é obtido pela expressão:

$$\mathbf{w_s = arccos \, (- \, tan \, \varphi \, . \, tan \, \delta_s \,)}$$

Nas expressões anteriores, a latitude tem sinal positivo para o hemisfério norte e negativo para hemisfério sul.

Para a estimativa das temperaturas médias, média das máximas e média das mínimas foram utilizadas expressões apresentadas no Documento Número 1 – Análise Espacial da Temperatura – do Atlas Climatológico do Estado da Bahia, editado, em 1976 pelo antigo Centro de Estatística e Informação – CEI, da Secretaria de Planejamento Ciência e Tecnologia, entidade que atualmente corresponde ao SEI. Estas expressões são válidas para todo o território baiano.

As expressões foram obtidas com a aplicação de métodos numéricos aplicados aos dados disponíveis. São do tipo:

$$\mathbf{Temperatura = C_{ind} + C_{Alt} + C_{Lat} + C_{Long},}$$

onde:

C_{ind} corresponde a um coeficiente independente de variável;

C_{Alt} corresponde a um coeficiente a ser multiplicado pela altitude, em metros;

C_{Lat} corresponde a um coeficiente a ser multiplicado pela latitude, em minutos e

C_{Long} corresponde a um coeficiente a ser multiplicado pela longitude, em minutos.

O **Quadro 2. 6** a seguir apresenta os coeficientes, para cada mês, que são utilizados para a determinação da temperatura média das mínimas, da temperatura média e para a temperatura média das máximas, respectivamente.

Quadro 2. 6 - Coeficientes para estimativa das temperaturas média das mínimas, média das média e média das máximas

Mês	MÍNIMAS				MÉDIAS				MÁXIMAS			
	C I	C alt	C lat	C long	CI	C alt	C lat	C long	CI	C alt	C lat	C long
JAN	21,7792	-0,0068	-0,0024	0,0014	26,9420	-0,0056	-0,0032	0,0010	26,3690	-0,0069	-0,0022	0,0037
FEV	19,4174	-0,0068	-0,0024	0,0023	28,0988	-0,0055	-0,0025	0,0003	23,3945	-0,0067	-0,0019	0,0048
MAR	23,401	-0,0068	-0,0037	0,0011	27,2146	-0,0054	-0,0027	0,0006	21,1129	-0,0076	-0,0012	0,0054
ABR	22,6109	-0,0068	-0,0032	0,0011	22,5684	-0,0059	-0,0036	0,0027	9,1448	-0,0067	-0,0099	0,0125
MAI	21,1051	-0,0073	-0,0053	0,002	20,7673	-0,0069	-0,0055	0,0036	5,2026	-0,0072	-0,0115	0,0141
JUN	28,9874	-0,0066	-0,0051	-0,0019	22,7748	-0,0065	-0,0050	0,0021	0,0262	-0,0081	-0,0116	0,0159
JUL	24,1617	-0,0065	-0,0044	-0,0005	17,5154	-0,0075	0,0027	0,0019	-7,6398	-0,0088	-0,0125	0,0193
AGO	22,6269	-0,0067	-0,0037	-0,001	19,3588	-0,0060	-0,0043	0,0030	-11,6424	-0,0076	-0,0139	0,0215
SET	22,3437	-0,0062	-0,0008	-0,0007	15,5232	-0,0067	-0,0078	0,0063	-11,4711	-0,0066	-0,0149	0,0224
OUT	15,5755	-0,0063	-0,0028	0,0036	9,8411	-0,0067	-0,0073	0,0092	0,7834	-0,0084	-0,0086	0,0163
NOV	22,1899	-0,0058	-0,001	0,0002	17,2082	-0,0064	-0,0054	0,0055	8,8822	-0,0069	-0,0054	0,0116
DEZ	25,2992	-0,0055	-0,0015	-0,0008	24,0435	-0,0061	-0,0044	0,0024	24,6583	-0,0069	-0,0042	0,0047
ANUAL	**16,503**	**-0,0074**	**-0,0049**	**0,0039**	**19,6889**	**-0,0063**	**-0,0048**	**0,0040**	**8,0363**	**-0,0093**	**-0,0048**	**0,0116**

Fonte: CENTRO DE PLANEJAMENTO DA BAHIA (1976)

Definidos os valores de radiação e temperatura a partir do que foi comentado, é possível estimar a evapotranspiração de referência com a expressão de Hargreaves.

Dispondo dos dados de precipitação e das estimativas da evapotranspiração de referência foi possível efetuar o balanço hídrico climatológico do solo pelo método de **Thornthwaite – Mather.** Seguindo a prática utilizada em diversos estudos nos quais o balanço hídrico climatológico é realizado para uma extensa área foi considerado que a capacidade de armazenamento do solo é de **100 mm**. A disponibilidade de água no solo decresce com a diminuição do armazenamento verificado em função do calculo da evapotranspiração real (ETR). A coluna Negativo Acumulado (NEG AC) apresenta o valor acumulado de P-EPT quando este é negativo. O valor dessa coluna permite determinar o valor do armazenamento, sendo valor zero sempre que o armazenamento for máximo. O NEG AC de um mês é igual ao NEG AC do mês anterior mais o valor de P-ETP do mês sempre que P-ETP for negativo. Quando P-ETP (PTP) for positivo o valor do negativo acumulado é obtido de tabelas em função do armazenamento.

Conforme o **Quadro 2. 3**, a estação de Emboacica (01238046) está numa altitude de 13 m. A sua latitude (-12:36:11) foi transformada em minutos (756,1833) e em radianos (-0,220), assim como a sua longitude (-38:08:15), 2288,25 minutos e -0,6656 radianos. Essas transformações possibilitaram calcular a declinação solar (δ_s), latitude do lugar (φ) e consequentemente todas as outras (dr - distância relativa terra-sol; ws -

ângulo horário do por do sol. Utilizando os dados da latitude e da longitude em minutos e aplicando a expressão da Temperatura determina-se a temperatura média para cada situação especifica (mínima, média e máxima). A evapotranspiração de referência mensal é calculada a partir das temperaturas.

Para Emboacica, os valores da temperatura média (das Médias, das Máximas e das Mínimas), da Evapotranspiração Potencial (Hargreaves) e do Balanço Hídrico Climatológico (Thornthwaite - Mather) em Emboacica (em mm) a que se chegou aplicando as expressões anteriores estão ilustrados nos **Quadro 2. 7** e **Quadro 2. 8,** e na **Figura 2. 4** e na **Figura 2. 5** a seguir.

Quadro 2. 7 - Temperatura média e Evapotranspiração Potencial em Emboacica

Meses	T*	T_{max}	T_{min}	J	dr	δ_s	ws	R_a	Et_o mm/dia	Et_o mm/mês
Jan	26,7	33,1	23,1	15,0	1,0	-0,4	1,7	16,4	5,3	164,8
Fev	26,8	32,9	22,8	45,0	1,0	-0,2	1,6	16,2	5,3	147,6
Mar	26,5	32,5	23,0	76,0	1,0	0,0	1,6	15,3	4,8	148,3
Abr	25,9	30,2	22,6	106,0	1,0	0,2	1,5	13,8	3,8	114,3
Mai	24,8	28,7	21,6	136,0	1,0	0,3	1,5	12,2	3,2	98,7
Jun	23,7	27,5	20,7	167,0	1,0	0,4	1,5	11,4	2,8	85,0
Jul	23,8	27,0	19,6	197,0	1,0	0,4	1,5	11,7	3,0	93,9
Ago	22,9	26,9	17,5	228,0	1,0	0,2	1,5	13,0	3,8	116,3
Set	24,0	28,4	20,1	258,0	1,0	0,0	1,6	14,6	4,1	121,7
Out	25,3	31,5	21,6	288,0	1,0	-0,2	1,6	15,8	4,9	152,0
Nov	25,6	31,3	21,8	319,0	1,0	-0,3	1,6	16,3	5,0	149,8
Dez	26,1	32,1	22,3	349,0	1,0	-0,4	1,7	16,4	5,2	161,4
Anual	**25,1**	**30,8**	**21,6**							**1.553,9**

LEGENDA:
Tmed (°C): Temperatura média
Tmax (°C): Temperatura máxima
Tmin (°C): Temperatura mínima
J (dias): Número do dia do ano acumulado
dr (rad): Distância relativa terra-sol
δs (rad): Declinação solar
ws (rad): ângulo horário do pôr do sol
Ra (mm/dia): radiação no topo da atmosfera
ETP (mm/dia): Evapotranspiração Potencial
HARGREAVE (mm/mês): Evapotranspiração de referência

Fonte: GEOHIDRO, 2014; *HIDROWEB

Quadro 2. 8 - Balanço Hídrico Climatológico em Emboacica (em mm)

Meses	P	ETP	P-ETP	NEG . AC	ARM	VAR	ETR	DEF	EXC
Jan	76,3	164,8	-88,6	-280,6	6,0	-8,7	85,0	79,9	0,0
Fev	87,9	147,6	-59,7	-340,4	3,3	-2,7	90,6	57,0	0,0
Mar	124,7	148,3	-23,5	-363,9	2,6	-0,7	125,4	22,8	0,0
Abr	220,7	114,3	106,4	8,6	100,0	97,4	114,3	0,0	9,0
Mai	250,4	98,7	151,7	0,0	100,0	0,0	98,7	0,0	151,7
Jun	224,8	85,0	139,8	0,0	100,0	0,0	85,0	0,0	139,8
Jul	177,1	93,9	83,2	60,6	100,0	0,0	93,9	0,0	83,2
Ago	136,4	116,3	20,1	18,3	100,0	0,0	116,3	0,0	20,1
Set	101,8	121,7	-19,9	-1,5	98,5	-1,5	103,3	18,4	0,0
Out	93,2	152,0	-58,8	-60,3	54,7	-43,8	137,0	15,0	0,0
Nov	95,4	149,8	-54,4	-114,7	31,8	-22,9	118,3	31,5	0,0
Dez	84,0	161,4	-77,4	-192,1	14,7	-17,1	101,1	60,3	0,0
Anual	**1.672,80**	**1.553,9**					**1.269,0**	**284,9**	**403,8**

LEGENDA
P (mm): Precipitação Média Mensal
ETP (mm): Evapotranspiração Potencial Média Mensal
NEG.AC (mm): Negativo acumulado (Estresse hídrico (perda potencial); corresponde ao acumulado de P – ETP quando negativo)
ARM (mm)[1]: Armazenamento Útil de água no solo
VAR (mm): Variação do armazenamento útil de água no solo
ETR (mm): Evapotranspiração real (igual a ETP, se P ≥ ETP ou igual a P+|VAR|, se P < ETP)
DEF (mm): Deficiência Hídrica (equivalente a ETP – ETR)
EXC (mm): Excedente Hídrico em relação ao armazenamento máximo

Fonte: *Agencia Nacional de Água (dados de Precipitação) e GEOHIDRO, 2014 (cálculos)

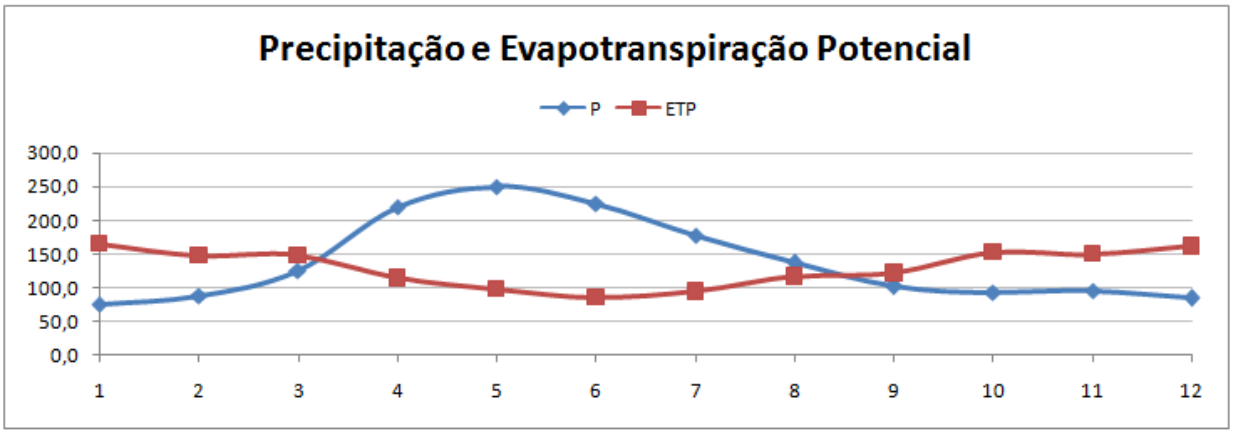


Figura 2. 4 - Precipitação e Evapotranspiração Potencial (em mm) – Emboacica

Fonte: GEOHIDRO, 2014

[1] OBS.: entre o armazenamento útil e o estresse hídrico vale a seguinte relação: $ARM = ARM_{MAX} \cdot e^{\frac{NEG.AC}{ARM_{MAX}}}$

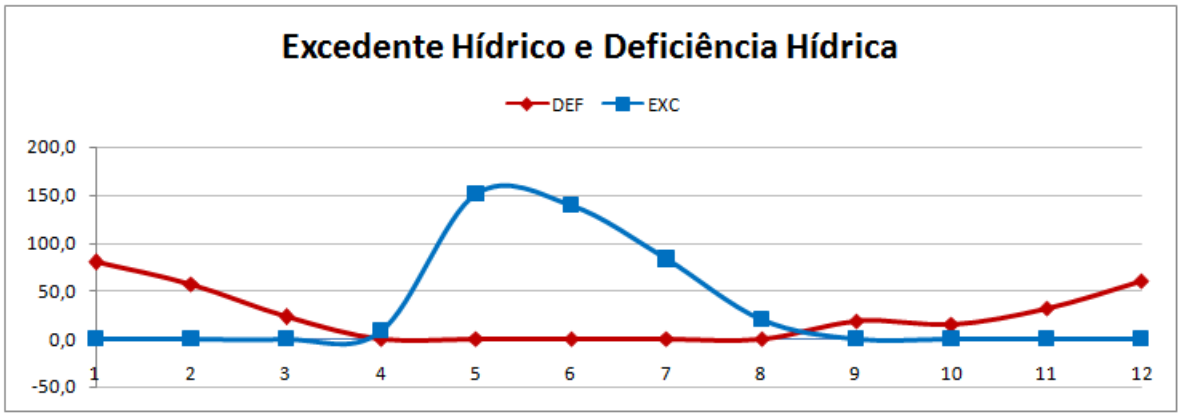


Figura 2. 5 - Excedente Hídrico e Deficiência Hídrica (em mm) – Emboacica

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Cabe lembrar que a construção do balanço hídrico segundo metodologia proposta por Thornthwaite e complementada por Mather, possui caráter relacionado a aspectos que devem ser considerados para a classificação do tipo de clima, segundo critério proposto por Thornthwaite. Os valores atribuídos ao armazenamento, excedente e deficiência (de água no solo) devem ser observados com certa reserva quanto a sua representatividade dentro de uma visão mais hidrológica, ou seja, que represente quantitativamente a repartição das chuvas em escoamento superficial, armazenamento no solo e outros componentes relacionados à distribuição da água numa bacia hidrográfica. Como exemplo das limitações conceituais, o balanço hídrico meteorológico considera na sua contabilidade que toda a precipitação mensal se transforma em evapotranspiração. Este fato pode não ocorrer quando a precipitação é de alta intensidade mesmo quando ela ocorre em solos com baixo teor de água armazenada, como é comum no nordeste brasileiro. Estas particularidades, entretanto, não inviabilizam a observação do balanço hídrico climatológico como elemento auxiliar na análise qualitativa da formação do escoamento numa bacia.

Para complementar o elenco de informações que são levadas em conta para a análise hidrológica das bacias em questão, são destacados a seguir, alguns aspectos relativos ao meio físico que, na interação com os aspectos do clima, resultam no comportamento dos cursos de água regional e respectivos regime de vazões.

No que se referem às características do meio físico encontradas nas duas bacias, estas serão analisadas sob a ótica macroscópica dos principais fatores que imprimem traços de comportamento geral do sistema hidrológico, tais como a base geológica e o relevo regional.

A bacia do Jacuípe é, na sua maior parcela, situada em ambiente de bacia sedimentar, possuindo relevo plano ou suavemente ondulado, geralmente possui solos que proporcionam boa infiltração. A geologia regional é composta por rochas com boa capacidade de manter reservas capazes de proporcionar escoamento de base de forma perene. Entretanto, na parte da bacia bem próxima das nascentes não é este o tipo de ambiente que é encontrado. Nesta porção existem setores com características menos favoráveis ao escoamento e que devem proporcionar uma produção específica de escoamento superficial de menor produtividade. Colaboram também para esta queda de produção hídrica nos trechos altos da bacia do Jacuípe, os menores índices pluviométricos, embora que, por este último fator, seja menos relevante do que as questões físicas, em face do comportamento já apresentado quanto às questões pluviométricas.

Nos setores mais baixos da bacia são encontrados terrenos marginais ao leito do Jacuípe formados por depósitos diversos que são excelentes na produção hídrica, principalmente quando bem alimentados pelas precipitações, como é o caso. Por conta destas características é de se esperar que a vazão específica da bacia cresça de montante para jusante, ainda que de forma moderada, mas não insignificante.

Quanto à demanda de água relativa a outros usos são apresentados os valores estimados para as bacias do Jacuípe e Joanes de acordo com a publicação do IICA / INEMA cujo título é Revisão do Balanço Hídrico do

Plano Estadual de Recursos Hídricos, editada em 2012. No referido estudo, estas demandas são apresentadas de forma global por unidade de balanço – UB – unidade básica sobre a qual foram estimadas as demandas e disponibilidades. A bacia do Jacuípe é parte integrante da U.B. Bacias dos Rios Joanes e Jacuípe. A extensão territorial desta unidade de balanço, segundo a publicação é de 3.018 km² e engloba, além destes dois rios que dão nome à U.B., outros de menor porte com bacias adjacentes a estas duas.

Não há uma definição clara das coordenadas onde se encontram as demandas dentro de uma UB e os valores correspondem a um valor global estimado para toda sua área. De acordo com esta publicação, as informações de demandas para outros usos que não o abastecimento humano, identificados para estas bacias, estão apresentadas no **Quadro 2. 9.**

Quadro 2. 9 - Demandas estimadas para outros usos que não o abastecimento humano

TIPO DE DEMANDA	DEMANDA NA UNIDADE DE BALANÇO JACUÍPE E JOANES		
	m³/ano	m³/s	L/s
Industrial	10.299.205	0,327	326,59
Dessedentação Animal	1.863.247	0,059	59,08
Irrigação	2.383.891	0,076	75,59
Piscicultura	27.375	0,001	0,87

Fonte: IICA / INEMA, 2012

A demanda para indústria foi estimada a partir de dados de outorga disponibilizados pelo INEMA para aquele estudo. Para o abastecimento animal foram considerados dados dos diversos tipos de rebanho discriminados no Censo Agropecuário de 2006 com crescimento estimado pela taxa de crescimento obtida pela evolução do rebanho bovino no período 1995 / 1996 a 2006 a partir dos respectivos censos. Aplicando-se consumos *per capta* diários adotados no referido estudo para cada tipo de rebanho foi possível estimar os valores da demanda para este tipo de consumo, conforme **Quadro 2. 10**.

Quadro 2. 10 - Demanda *per capta* por tipo de rebanho

TIPO DE REBANHO	CONSUMO DIÁRIO	
	m³/dia	L/dia
Bovinos	0,0500	50,0
Bubalinos	0,0500	50,0
equinos, assininos e muares	0,0450	45,0
Caprinos	0,0080	8,0
Ovinos	0,0080	8,0
Suínos	0,0150	15,0
Aves	0,0002	0,2

Fonte: IICA / INEMA, 2012

Para a estimativa da demanda para a irrigação, a publicação adotou um procedimento de cálculo que considerou as outorgas existentes, para se ter uma idéia da extensão da área irrigada na bacia. Considerou ainda que parte da demanda gerada pela ETP é atendida por parte da precipitação local e que o uso se daria ao longo de 245 dias por ano. Explicita o estudo que, a falta de cadastro das áreas irrigadas e a existência de usos para a irrigação não outorgados, levam a crer que a demanda real supere o valor estimado, mas não se reporta em quanto este aumento deve ser estimado.

2.2.3 Avaliações Hidrológicas

As avaliações hidrológicas em questão têm como objetivo estimar a vazão regularizada do reservatório em estudo à luz das condições atuais, comparando com as expectativas formadas em oportunidades anteriores em que este empreendimento foi avaliado hidrologicamente.

Particularmente no que se refere ao reservatório da Barragem de Santa Helena, situada no rio Jacuípe, a única estação fluviométrica com medições de vazão neste curso de água, em período mais recente e sem falhas é a de Mata de São João. A estação de Emboacica já não opera mais desde a construção da barragem e a de São Sebastião do Passé possui muitas falhas de medição na atualidade. Desta forma, a avaliação esperada do reservatório sobre cenário mais recente somente pode ser feita a partir de estimativas de vazão e este procedimento é apresentado posteriormente.

Avaliações da capacidade de regularização do reservatório de Santa Helena, como anteriormente citado, foram realizadas em pelo menos três oportunidades. A mais antiga é relativa ao projeto da obra e é anterior a 1976 e estabelece o valor de 6,75 m³/s. Naquela oportunidade foi considerado que o nível útil máximo corresponderia à cota 20,0 m com nível mínimo operacional na cota 17,0 m, valor este estabelecido em função do ponto de captação da EMBASA.

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

Estes dois estudos usaram procedimentos distintos para alcançar os valores referidos, todavia ambos se desenvolvem a partir dos mesmos princípios e na mesma base metodológica, estabelecida a partir de um balanço hídrico entre os aportes de água ao reservatório e as retiradas para consumo, restituição e as perdas por evaporação. Uma breve descrição e comentários sobre cada um das avaliações efetuadas nos dois referidos estudos, no que se refere especificamente à capacidade de regularização do reservatório da Barragem de Santa Helena, são apresentados a seguir.

Os Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe desenvolvido pela Geohidro para a Copene e com acompanhamento da EMBASA, realizado em 1996, utilizou o modelo Cascata, desenvolvido por Eduardo Lanna. Este modelo parte da seguinte equação básica de balanço de massas no reservatório ao longo de um mês I:

$$\mathbf{ARMAZ(I+1) = ARMAZ(I) + DEFLU(I) - DESC(I)*X - QMIN(I) - EVAPO(I) - VERT(I)}$$

onde:

ARMAZ(I+1) é o armazenamento no início do período subsequente;

ARMAZ(I) é o armazenamento no início do período;

DEFLU(I) é o volume afluente ao reservatório ao longo do período, calculado em função da vazão do rio que alimenta o reservatório;

DESC(I)*X é o volume retirado do reservatório ao longo do período para atendimento das demandas;

QMIN(I) é o volume descarregado para o trecho de jusante do reservatório ao longo do período;

EVAPO(I) é o volume referente à evaporação descontada da chuva sobre a superfície do lago durante o período;e

VERT(I) é o volume vertido pelo extravasor (quando houver) ao longo do período.

Merecem ainda destaque os seguintes fatos:

- a expressão DESC(I)*X corresponde ao volume anual de consumo, DESC, multiplicado pela percentagem de consumo, X, estabelecida para um determinado mês. Este artifício permite a simulação de consumos diferenciados ao longo dos diversos meses. Para consumo constante durante todos os meses X é constante;
- o armazenamento apresenta um limite superior correspondendo ao volume estimado o nível de água atinge a cota da soleira do vertedor (ou outro elemento de controle) e, inferior, quando atinge o nível mínimo operacional estabelecido;
- o volume de operação é obtido a partir de um processo iterativo que progressivamente estima a área do espelho d'água ao final do período, uma vez que ele depende da própria evaporação, entre outros fatores e, portanto não é conhecido no início do período;
- a relação entre volume armazenado e área do espelho d'água se faz através de uma função que relaciona estas duas variáveis.

A expressão que representa esta função é obtida por ajuste numérico entre valores estimados para a área e o volume correspondente a uma determinada altura de água no reservatório.

Portanto, os dados de entrada relativos às características do reservatório e demais fatores intervenientes para a simulação são: os elementos referentes à geometria do reservatório (relações entre cota, área e volume e limites da faixa de variação da cota), as vazões afluentes, uma lei de consumo, estimativas da evapotranspiração local, uma vazão de consumo e uma vazão mínima de restituição para jusante.

O modelo Cascata opera a partir de simulações que permitem estabelecer o volume mínimo necessário à regularização de uma determinada vazão, dentro do nível de atendimento desejado. Para tanto, identifica diversos pares do tipo volume de regularização e vazão máxima por ele regularizada. Com estes pares, o modelo estabelece, por ajuste numérico, uma curva de regularização que associa volumes do reservatório à vazão regularizada. Com esta curva e conhecida a capacidade útil máxima do reservatório fica estabelecida a vazão regularizável que se busca identificar.

Já na Revisão e Atualização do Plano Diretor do Sistema de Abastecimento da Grande Salvador, elaborado pela Hydros, foi realizado balanço hídrico apoiado em expressão praticamente idêntica, todavia os cálculos foram apresentados a partir de uma planilha eletrônica e não do modelo Cascata. Nesta planilha possui praticamente as mesmas demandas de informação para que possam ser desenvolvidos os cálculos. A estratégia de avaliação das retiradas por evaporação se apoia também em processo iterativo que funciona, conceitualmente, de forma praticamente idêntica, todavia, as correspondências entre volume do reservatório e área do espelho d'água passam pela identificação do nível de água do reservatório e não se faz de forma direta, como no Cascata, que usa de uma relação matemática entre ambos. A identificação da vazão regularizável se faz a partir da constatação da maior vazão de consumo capaz de ser atendida pelo reservatório, dentro do nível de falhas estabelecido.

Um aspecto comum tratado em ambos os estudos foi a avaliação da vazão regularizada considerando o nível mínimo operacional na cota 17,0 m e a alternativa de se transferir este nível para a cota 10,0 m. O **Quadro 2. 11** a seguir apresenta os valores estimados, em cada um destes estudos, para 100% de permanência considerando cada uma das cotas mínimas operacionais.

Quadro 2. 11 - Vazão regularizada com 100% de permanência em Santa Helena estimada em estudos anteriores (m³/s)

ESTUDO	PERÍODO DA SIMULAÇÃO	NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL	
		17,0 m	10,0 m
GEOHIDRO	01/1956 a 12/1994	6,532	8,815
HYDROS	08/1956 a 12/1971	7,900	9,420

Fonte: GEOHIDRO (1996); HYDROS (1998)

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

Além da diferença dos períodos que alimentaram o tratamento matemático aplicado nos dois estudos, as particularidades operacionais dos partidos metodológicos que representam processos hidrológicos proporcionam a obtenção de valores que não sejam iguais. Isto se deve à grande dificuldade de se representar, a partir de funções matemáticas, as relações quantitativas entre grandezas que possuem natural variabilidade espacial e temporal, como é o caso das variáveis hidrológicas. Além disto, as funções escolhidas são estabelecidas a partir das variáveis independentes mais significativas no processo e são desconsideradas outras, que também guardam algum tipo de influência, mas que a elas se atribui menor efeito sobre o processo estudado.

Além deste comportamento natural associado às avaliações quantitativas dos processos hidrológicos, podem ser observadas diferenças entre alguns elementos utilizados na alimentação das etapas de cálculo realizadas em cada um deles. Entre estas diferenças, foram destacadas para análise neste estudo, aquelas consideradas mais importantes.

Vale destacar que, além da comparação entre dois procedimentos distintos utilizados nos estudos anteriores, a análise subsequente apresenta também o critério que foi empregado na aplicação na modelagem matemática utilizada neste plano, uma vez que esta seleção se apoia exatamente nos elementos que são considerados na análise comparativa efetuada.

O primeiro aspecto diz respeito aos valores da evapotranspiração (ou evaporação) mensal utilizada para a estimativa das perdas por evaporação no reservatório. O estudo da Hydros utilizou dados estimados para Salvador. No relatório consultado não foi encontrada a forma como estes valores foram gerados, se a partir de estimativas por fórmulas ou por medição em estação climatológica. Não há também citações de qual metodologia empregada (no caso do uso de fórmula) ou tipo de equipamento (no caso de medição em estação). Na observação da planilha de cálculo que consta dos relatórios, não foi utilizado nenhum fator de multiplicação destes valores, o que faz supor que eles não foram medidos a partir de tanques, pois é uma prática usual esta multiplicação para compensar as diferenças de comportamento provocadas pela diferença de temperatura que acontecem nas massas de água decorrentes dos diferentes volumes envolvidos nos tanques (muito pequenos e em consequência disto, se aquecem mais facilitando as perdas por evaporação) e nos reservatórios de barragens (bem maiores e que conseguem manter menor temperatura da água). Os valores utilizados naquele estudo totalizam 1367,0 mm/ano.

Já o estudo elaborado naquela oportunidade pela Geohidro, os valores utilizados são encontrados nas planilhas que apresentam as sínteses das diversas aplicações do modelo Cascata. Nelas podem ser observados os dados de entrada e as saídas resultantes das simulações efetuadas. Nos diversos relatórios do Cascata, os valores das taxas de evaporação totalizam 1555,8 mm/ano. Neste trabalho foi aplicado um coeficiente de correção de 0,9 a ser aplicado a cada mês, o que reduz o valor utilizado nos cálculos, levando o total anual para 1400,2 mm/ano. Este procedimento faz crer que os valores básicos são referentes à medições em tanques. Não foram encontradas, nos relatórios analisados, referências à metodologia de obtenção dos valores nem quanto ao local a que se referem.

No presente estudo não foram adotados nenhum dos dois valores anteriores. O que foi empregado são os valores de potencial de evapotranspiração do ar (ETP), estimados para as coordenadas de Santa Helena, pelo método de Hargreaves já comentado e apresentado anteriormente. Por não se tratar de valores medidos em tanque, não foram aplicados coeficientes de correção a estes valores.

O **Quadro 2. 12** apresenta os valores utilizados neste estudo (com destaque de cor) assim como aqueles referentes aos dois trabalhos anteriores e uma comparação gráfica destes indicadores, **Figura 2. 6.**

Quadro 2. 12 - Estimativas da Evaporação

MESES	GEOHIDRO (1996) S/ CORREÇÃO	GEOHIDRO (1996) C/ CORREÇÃO	HYDROS (1998)	GEOHIDRO (2014)
JAN	159,0	143,1	132,0	**164,8**
FEV	140,2	126,2	119,0	**147,6**
MAR	144,5	130,1	126,0	**148,3**
ABR	120,6	108,5	113,0	**114,3**
MAI	107,3	96,6	107,0	**98,7**
JUN	93,5	84,2	89,0	**85,0**
JUL	100,4	90,4	98,0	**93,9**
AGO	119,4	107,5	111,0	**116,3**
SET	132,0	118,8	108,0	**121,7**
OUT	149,8	134,8	115,0	**152,0**
NOV	140,4	126,4	121,0	**149,8**
DEZ	148,7	133,8	128,0	**161,4**
ANUAL	**1.555,8**	**1.400,2**	**1.367,0**	**1.553,8**

Fonte: GEOHIDRO (1996); HYDROS (1998); GEOHIDRO (2014)

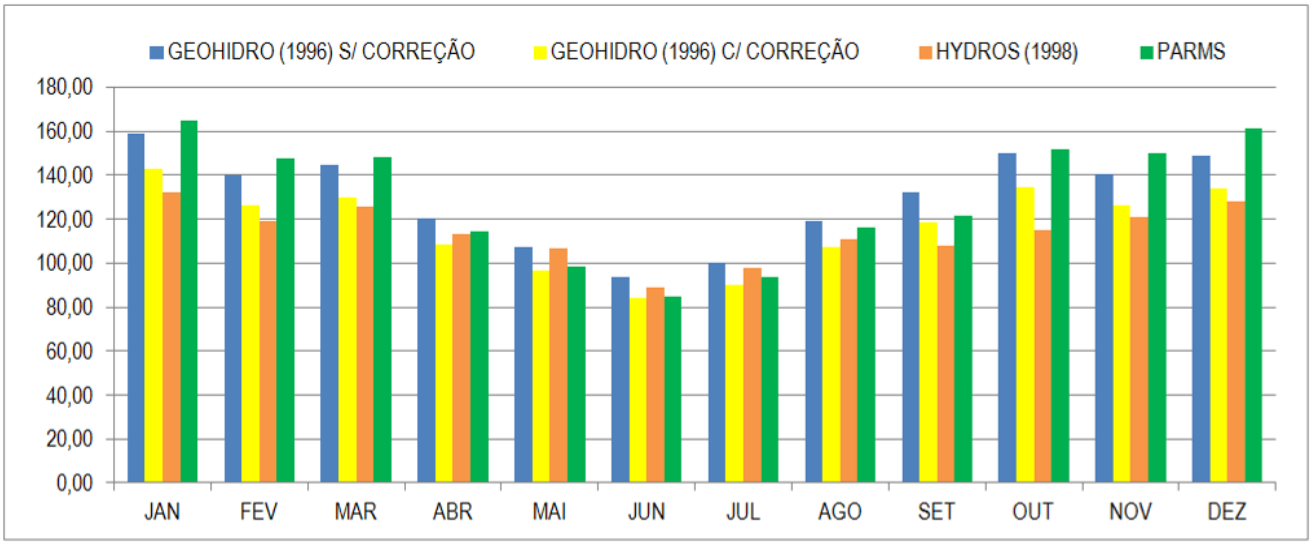


Figura 2. 6 - Comparação gráfica das estimativas da Evaporação

Fonte: contruída pela GEOHIDRO (2014) com base nos elementos dos estudos citados

Outro elemento diz respeito à geometria do reservatório, em particular, as relações entre altura do nível da água no reservatório, os volumes armazenados e as áreas da superfície exposta à evaporação.

Os estudos realizados em 1996 e 1998 tomaram como base os seguintes elementos representantes destas variáveis, apresentados no **Quadro 2. 13**.

Quadro 2. 13 - Área e volume em função da altura, no reservatório de Santa Helena utilizados nos estudos anteriores

COTA (m)	AREA (ha)	VOLUME (hm³)
0	0	0,00
1	20	1,00
2	100	2,00
3	160	3,00
4	220	5,00
5	280	7,50
6	360	10,00
7	440	15,00
8	520	20,00
9	620	27,00
10	740	35,00
11	860	44,00
12	1000	55,00
13	1170	67,00
14	1360	80,00
15	1670	98,00
16	2010	114,00
17	2380	133,00
18	2800	158,50
19	3200	193,00
20	4030	240,60

Fonte: GEOHIDRO (1996); HYDROS (1998)

Uma primeira análise que agora se apresenta diz respeito aos valores que constam desta tabela, apresentada nos dois trabalhos referidos. Tomando como ponto de partida estas mesmas informações, mas considerando exclusivamente as cotas e as respectivas áreas esperadas da superfície do lago é possível estimar os acréscimos de volume entre duas cotas sucessivas e com estes dados, estimar o volume total contido no reservatório para cada cota considerada. Este procedimento foi realizado e os resultados comparados com as estimativas de volume do quadro anterior. O **Quadro 2. 14** seguinte apresenta estes elementos.

Quadro 2. 14 - Comparação entre volumes calculado e informado

COTA (m)	ÁREA INFORMADA		VOLUME CALCULADO (m³)		VOLUME INFORMADO		DIFERENÇA RELATIVA
	(ha)	(m²)	Variação	Acumulado	(hm³)	(m³)	
0	0	0	0	0	0,00	0	0
1	20	200.000	66.667	66.667	1,00	1.000.000	-93,3%
2	100	1.000.000	600.000	666.667	2,00	2.000.000	-66,7%
3	160	1.600.000	1.300.000	1.966.667	3,00	3.000.000	-34,4%
4	220	2.200.000	1.900.000	3.866.667	5,00	5.000.000	-22,7%
5	280	2.800.000	2.500.000	6.366.667	7,50	7.500.000	-15,1%
6	360	3.600.000	3.200.000	9.566.667	10,00	10.000.000	-4,3%
7	440	4.400.000	4.000.000	13.566.667	15,00	15.000.000	-9,6%
8	520	5.200.000	4.800.000	18.366.667	20,00	20.000.000	-8,2%
9	620	6.200.000	5.700.000	24.066.667	27,00	27.000.000	-10,9%
10	740	7.400.000	6.800.000	30.866.667	35,00	35.000.000	-11,8%
11	860	8.600.000	8.000.000	38.866.667	44,00	44.000.000	-11,7%
12	1000	10.000.000	9.300.000	48.166.667	55,00	55.000.000	-12,4%
13	1170	11.700.000	10.850.000	59.016.667	67,00	67.000.000	-11,9%
14	1360	13.600.000	12.650.000	71.666.667	80,00	80.000.000	-10,4%
15	1670	16.700.000	15.150.000	86.816.667	98,00	98.000.000	-11,4%
16	2010	20.100.000	18.400.000	105.216.667	114,00	114.000.000	-7,7%
17	2380	23.800.000	21.950.000	127.166.667	133,00	133.000.000	-4,4%
18	2800	28.000.000	25.900.000	153.066.667	158,50	158.500.000	-3,4%
19	3200	32.000.000	30.000.000	183.066.667	193,00	193.000.000	-5,1%
20	4030	40.300.000	36.150.000	219.216.667	240,60	240.600.000	-8,9%

Fonte: GEOHIDRO (1996); HYDROS (1998); GEOHIDRO (2014)

Pode ser observado que existem diferenças, sempre a menor, entre os valores calculados pelo procedimento usual e os informados nos dois estudos. Se for considerada a faixa de alturas entre 10 m e 20 m que é a que corresponde ao volume útil máximo estudado, o erro médio é de -9,0%. Não há referências em nenhum dos dois trabalhos de como foram obtidos os valores dos volumes.

Outro quadro apresenta outra perspectiva de comparação passível de ser feita a partir dos valores de área e volume informados para cada altura. É possível estimar a variação de volume entre duas cotas consecutivas a partir de dois procedimentos, considerando os dados informados. O primeiro procedimento é o da multiplicação da diferença de cotas pela área média avaliada para os extremos da faixa de variação da altura.

O segundo é pela simples subtração entre os volumes acumulados entre duas cotas subsequentes. A **Figura 2. 7** apresenta os resultados obtidos a partir destas duas sistemáticas para as cotas entre 10,0 m e 20,0 m, escolhidas por ser entre estes níveis operacionais que se apresentam todos os cenários simulados, portanto, os de maior interesse neste estudo.

Cota	Área informada (m2)	Variação de volume entre cotas		Volume total informado (m3)
		Calculado a partir das áreas informadas	Calculado pela diferença dos volumes totais	
Esquema de cálculo	Ai / Ai+1	Δh*(Ai+ Ai+1)/2 valores a serem comparados	Vi+1 - Vi	V1 / Vi+1
10	7.400.000			35.000.000
		8.000.000	9.000.000	
11	8.600.000			44.000.000
		9.300.000	11.000.000	
12	10.000.000			55.000.000
		10.850.000	12.000.000	
13	11.700.000			67.000.000
		12.650.000	13.000.000	
14	13.600.000			80.000.000
		15.150.000	18.000.000	
15	16.700.000			98.000.000
		18.400.000	16.000.000	
16	20.100.000			114.000.000
		21.950.000	19.000.000	
17	23.800.000			133.000.000
		25.900.000	25.500.000	
18	28.000.000			158.500.000
		30.000.000	34.500.000	
19	32.000.000			193.000.000
		36.150.000	47.600.000	
20	40.300.000			240.600.000

Figura 2. 7 - Comparação entre variação de volume entre cotas, obtidos por dois procedimentos distintos a partir dos dados informados

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Os resultados obtidos mostram que para as cotas entre 10,0 m e 20,0 m é possível encontrar valores distintos a depender do procedimento utilizado. Além disto, para algumas faixas de cotas a variação de volume obtida pelo segundo procedimento, necessita uma área média superior a que é informada para a cota mais elevada. A ocorrência desta situação não corresponde a um comportamento topográfico que normalmente pode se esperar nos terrenos. Estão assinalados por cor os casos onde isto pode ser observado.

No estudo da Hydros, as curvas cota x área e cota x volume foram estabelecidas dentro de uma mesma estratégia a seguir descrita. Um valor intermediário foi obtido por interpolação linear entre os dois valores conhecidos para os limites da faixa de altura em que ele se encontra. Desta maneira, eventuais incoerências existentes entre os dados informados são incorporadas nas avaliações.

No que se refere ao modelo Cascata aplicado pela Geohidro, utilizou-se uma expressão que permitiu estimar a área do espelho d'água a uma dada altura em função do volume armazenado para esta mesma altura. Esta prática pode acarretar certa incoerência entre os valores calculados por esta função e os que seriam estimados a partir de uma função individualizada para cada relação quantitativa (área em função da cota e volume em função da cota). A **Figura 2. 8** faz uma comparação entre os resultados do valor a que se chegou da área relacionada ao volume de 158,5 hm^3 partindo-se de um caminho em duas etapas (volume implica em cota que implica em área) ou em uma etapa (volume implica em área).

Procedimento	Vol (hm3)	Vol (m3)		H		A (m2)	A (km2)
Em duas etapas	158,5	158.500.000	H = f(Vol) →	18,477	A = f(H) →	30.700.539	30,701
Em uma única etapa	158,5	→	A = f(Vol)		→	27.537.571	27,538

Figura 2. 8 - Comparando relações quantitativas entre cotas, áreas e volumes

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Os resultados evidenciam as diferenças decorrentes da estratégia utilizada.

Há ainda outro fato a ser considerado. Informações obtidas no INEMA e repassadas a esta entidade pela EMBASA estabelecem outros referenciais para as correspondências entre cotas, áreas e volumes relativos ao reservatório da Barragem de Santa Helena. A seguir, na **Figura 2. 9** são apresentadas as informações originadas nestas fontes.

cota m	área m²	volume parcial m³	volume acumulado m³	volume acumulado hm³	área km²
1,00	0	0	0	0,00	0,00
6,00	3.200.000	5.000.000	7.000.000	7,00	3,20
8,00	5.900.000	4.700.000	15.600.000	15,60	5,90
10,00	8.900.000	8.400.000	30.200.000	30,20	8,90
11,00	10.600.000	9.200.000	39.400.000	39,40	10,60
12,00	12.200.000	10.500.000	49.900.000	49,90	12,20
14,00	15.200.000	30.900.000	80.800.000	80,80	15,20
15,00	16.700.000	17.200.000	98.000.000	98,00	16,70
16,00	20.100.000	5.300.000	115.300.000	115,30	20,10
17,00	23.800.000	6.000.000	133.000.000	133,00	23,80
18,00	28.000.000	11.500.000	162.500.000	162,50	28,00
19,00	32.800.000	10.000.000	193.000.000	193,00	32,80
20,00	40.300.000	2.500.000	241.000.000	241,00	40,30

obs dados interpolados

Figura 2. 9 - Relações entre cotas, áreas e volumes em Santa Helena

Fonte: INEMA, 2014, EMBASA, 2014

Pode ser observado, em comparação com os valores anteriores da **Figura 2. 7**, que os valores de área para cotas igual ou superior a cota 15,0 m são exatamente iguais. Para valores inferiores a 15,0 m existem diferenças, mas, de certa forma, discretas. Os volumes são diferentes e, se submetidos às mesmas análises realizadas para os dados anteriores, pode-se constatar um ajuste melhor entre os volumes calculados pelo produto da área média pela altura e os valores informados, embora diferenças persistam.

Por conta de todos os aspectos observados, para este estudo foi estabelecido o seguinte procedimento:

- adotados os valores das áreas informadas pelos dados mais atuais (informados pelo INEMA/EMBASA, 2014);
- calculadas as variações de volume entre cotas a partir do produto entre a área média e o desnível entre elas;
- calculado o volume total a partir da soma dos incrementos de volume;
- ajustada uma função do tipo potencial relacionando Vol = f (H).

A expressão obtida com este procedimento foi:

- **Vol (m^3) = $35589.H^{2,9179}$ com H em metros.**

O gráfico da **Figura 2. 10** mostra a comparação entre as curvas obtidas com os valores calculados pelo procedimento anteriormente descrito com a que pode ser obtida partindo dos volumes informados. É possível

observar a discreta diferença entre elas e os elevados valores dos coeficientes de correlação associados às respectivas regressões.

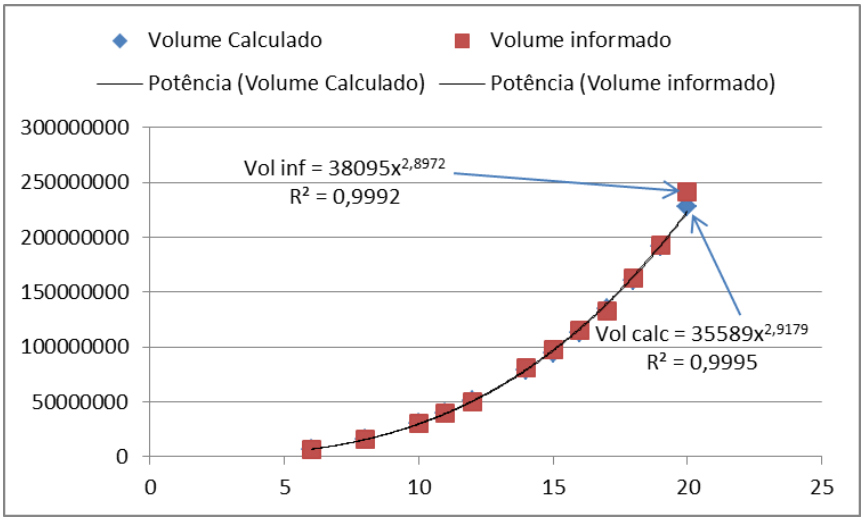


Figura 2. 10 - Curva cota x volume

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Para a curva cota x área, a expressão obtida partiu apenas dos pares correspondentes a cotas iguais ou superiores a 14 m uma vez que foi nesta condição que se obteve o melhor ajuste. Foi também decisivo nesta escolha o fato de que as simulações estão variando o comportamento do reservatório exatamente para as cotas mais altas (entre as cotas 10,0 m e 20,0 m ou entre as cotas 17,0 m e 20,0 m) sendo importante que o ajuste neste ramo da curva seja o melhor possível e, quando tomado cota variando desde 1,0 m a 20,0 m o coeficiente de correlação obtido é mais baixo e o ajuste da curva é de menor qualidade exatamente na parte da curva associada às cotas mais elevadas.

A expressão utilizada nas simulações, inclusive para cotas inferiores a 14 m, foi a que a seguir se apresenta, com a altura H em metro e a área A em m²:

- **$A = 9820{,}6.H^{2{,}7593}$**

O ajuste obtido com esta expressão para a relação entre área e cota está apresentado na **Figura 2. 11**.

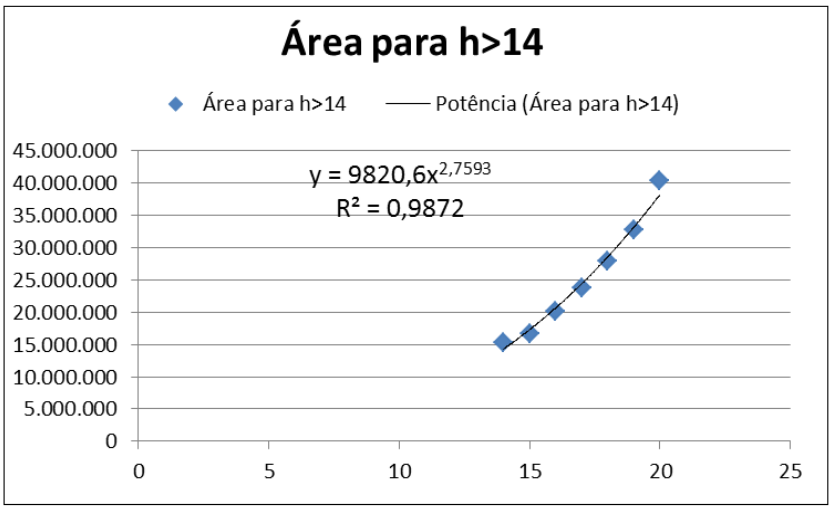


Figura 2. 11 - Curva cota x área

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Outro elemento de análise sobre os estudos existentes e que refletiu sobre decisões acerca do procedimento adotado neste plano diz respeito aos dados de vazão que alimentam o balanço hídrico realizado para a

avaliação da vazão regularizada. Os estudos da Geohidro (1996) e da Hydros (1998) fizeram densa análise dos dados fluviométricos das estações existentes sobre o rio Jacuípe e com significado para a definição da capacidade de regularização de vazões em Santa Helena. As estações existentes e outras informações sobre elas já foram referidas anteriormente neste próprio item do relatório.

Os estudos realizados entre 1996 e 1998 avaliaram os dados disponíveis, verificaram a confiabilidade dos mesmos. O interesse daquelas análises foi oportunizar avaliar o comportamento do reservatório com dados que pudessem representar as vazões do rio Jacuípe, em Santa Helena, em período posterior ao da construção da barragem, portanto, sem informações da estação de Emboacica. Esta estação, como já citado anteriormente, foi a que serviu de base para os primeiros estudos de Santa Helena por conta da sua grande proximidade em relação ao eixo da barragem. Com a implantação da obra, a estação deixou de operar. Por conta disto, foi necessário estabelecer um procedimento para estimar as vazões do rio no local do reservatório que se estudava. A estratégia utilizada em ambos os casos, e que se mostrou adequada, foi a de gerar vazões em Santa Helena a partir dos dados medidos na estação de Mata de São João. No estudo da Hydros, o período utilizado nas avaliações foi de agosto de 1956 a dezembro de 1971. Já o estudo desenvolvido pela Geohidro, naquela oportunidade, utilizou o período de janeiro de 1956 a dezembro de 1994.

Da mesma forma, o plano que neste momento se desenvolve, passados mais de quinze anos de realizados os referidos trabalhos, necessita também efetuar avaliação semelhante, para períodos ainda mais recentes. A dinâmica das ações antrópicas na bacia, as tendências mais atuais do regime de precipitações e mesmo a oportunidade de considerar novos cenários observados de vazão na bacia, justificam esta necessidade.

Nos dois estudos anteriores, os dados das estações de Mata de São João e de Emboacica foram devidamente avaliados e conclui-se pela confiabilidade dos mesmos. No presente estudo, as mesmas estações se destacam como referências para estimar o regime de vazões mais recentes em Santa Helena, sendo considerado que seus dados poderiam ser utilizados sem comprometer a qualidade dos resultados.

Como já citado, existem dados em Mata do São João no período de agosto de 1955 a julho de 2009. Destes, segundo o banco de dados da ANA, não são consistidos os referentes ao período de 2006 a 2009, sendo que ainda neste mesmo período existem muitas falhas. O **Quadro 2. 15** apresenta os dados do rio Jacuípe na estação de Mata de São João.

Quanto à estação situada no mesmo rio em Emboacica possui apenas os dados apresentados no **Quadro 2.16**, todos eles consistidos.

Quadro 2. 15 - Dados fluviométricos do rio Jacuípe em Mata de São João (50840000) – em m³/s

NÍVEL DE CONSISTÊNCIA	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
2 - Consistido	1955								2,98	2,43	0,70	9,77	5,19	
	1956	0,22	0,27	0,38	4,50	16,00	7,33	24,10	22,70	7,13	5,22	34,10	15,90	11,488
	1957	8,25	1,67	15,30	22,10	18,50	18,50	14,70	9,06	4,34	2,00	0,96	0,73	9,676
	1958	1,68	5,69	8,82	7,27	13,60	21,50	17,50	2,91	2,27	2,91	2,16	0,52	7,236
	1959	0,71	0,41	0,55	0,28	1,47	3,12	11,70	5,36	2,49	0,42	0,20	0,16	2,239
	1960	0,95	3,58	27,70	15,10	57,60	47,00	23,80	6,19	5,83	0,76	3,90	0,26	16,056
	1961	0,27	0,27	0,23	9,81	2,55	16,40	9,14	2,53	0,51	0,20	0,12	0,13	3,512
	1962	0,26	0,10	2,16	1,11	5,07	6,13	13,70	3,26	0,37	0,17	10,30	0,37	3,582
	1963	0,15	11,30	0,36	1,05	35,60	8,55	8,31	1,50	0,23	0,11	0,17	17,80	7,094
	1964	17,30	6,06	19,50	39,30	51,20	16,80	25,10	25,10	5,44	6,65	7,68	8,58	19,059
	1965	2,51	1,10	0,83	5,41	3,61	11,60	5,19	6,17	1,80	2,32	1,84	1,01	3,616
	1966	0,36	1,08	1,54	14,20	22,60								
	1967							11,00	2,84	5,99	1,64	7,78	5,32	
	1968	3,84	16,60	23,60	9,17	37,40	41,90	11,00	5,33	4,94	3,65	9,19	13,50	15,010
	1969	1,86	9,10	17,90	11,40	34,70	19,90	11,60	4,64	2,45	1,76	1,25	6,87	10,286
	1970	7,51	1,82	1,67	1,29	1,39	2,41	6,64	7,07	0,71	0,91	7,20	1,20	3,318
	1971	0,78	0,59	0,28	4,41	17,60	14,40	25,30	4,78	8,09	2,72	1,81	0,71	6,790
	1972	0,99	1,39	0,59	1,14	13,80	13,90	3,95	3,53	2,42	1,32	0,85	0,58	3,704
	1973	0,43	0,33	2,25	3,16	12,70	30,40	11,00	3,67	12,30	14,70	9,77	6,92	8,968
	1974	2,26	5,01	6,04	6,29	49,80	18,80	11,00	4,62	3,17	2,19	6,58	2,19	9,829
	1975	1,16	2,05	1,87	18,60	26,50	16,30	16,80	13,70	14,20	2,99	1,93	2,08	9,848
	1976	1,66	2,18	1,24	1,39	1,54	1,21	1,81	1,50	1,66	6,69	1,41	1,67	1,997
	1977	1,61	1,38	1,59	2,27	14,90	13,60	5,54	1,72	1,27	14,90	1,45	2,93	5,263
	1978	3,86	2,12	4,46	6,31	20,00	9,08	6,03	4,49	1,89	1,28	5,33	2,10	5,579
	1979	3,56	1,71			2,30	9,72	7,38	1,51	1,22	0,69	0,63	0,67	
	1980	1,01	4,60	2,48	0,56	1,11	2,69	2,04	1,06	1,86	1,02	7,14	0,71	2,190
	1981	0,40	0,36	7,58	13,00	3,14	3,33	12,70	1,59	0,77	0,44	0,45	0,29	3,671
	1982					8,73	27,70	4,86	1,64	12,70	12,00	0,92	0,22	
	1983		1,82		2,78			1,11	4,48	0,95	0,85	1,08		

cont.

Continuação do Quadro 2. 15 - Dados fluviométricos do rio Jacuípe em Mata de São João (50840000) – em m³/s

NÍVEL DE CONSISTÊNCIA	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
2 - Consistido	1984				20,10	10,70	5,12	3,05	3,13	7,00	0,63	0,73		
	1985				11,40	25,80	10,40	20,70	14,80	2,99	2,65			
	1986	2,59	1,90	3,41	13,80	9,63	9,11	9,07	2,41	4,07	4,01	16,30	5,71	6,834
	1987	1,67	1,27	1,33	2,37	5,28	11,00	8,77	1,71	1,40	0,90	0,89	0,93	3,127
	1988	2,57	0,72	2,11	4,27	9,88	17,38	19,22	7,97	3,30	2,17	2,17	16,19	7,329
	1989	1,76	1,45	2,42	17,68	17,68	40,41	28,31	18,13	8,74	4,55	5,78	34,53	15,119
	1990	5,06	2,81	2,35	2,11	2,42	5,15	3,67	3,30	2,74	4,30	2,81	4,30	3,418
	1991	1,99	1,60	1,55	2,48	2,48	2,48	5,78	4,30	3,23	1,45	1,25	1,11	2,475
	1992	1,02	5,69	2,23	1,25	0,94	1,82	4,80	2,61	1,45	0,86	0,63	0,94	2,020
	1993	0,50	0,35	0,30	0,27	0,98	2,35	0,63	3,45	0,70	1,66	0,47	0,27	0,994
	1994	0,14	0,14	0,27	7,35	5,15	7,66	21,14	2,23	2,11	2,17	0,53	0,32	4,101
	1995	0,20	0,16	0,38	0,86	3,23	5,50	3,52	1,16	0,67	0,27	1,00	1,30	1,522
	1996	0,44	0,53	0,30	9,14	6,81	21,27	3,90	3,50	3,90	1,49	2,89	3,05	4,767
	1997	0,78	2,32	11,88	10,59	10,72	8,10	5,70	3,18	1,03	1,20	0,71	0,35	4,714
	1998	0,22	0,38	0,20	0,47	1,54	5,13	13,08	3,90	1,34	0,86	0,82	0,30	2,354
	1999	0,25	0,30	0,27	0,31	12,81	6,81	5,80	20,12	2,60	3,42	14,19	5,13	6,000
	2000	2,30	1,58	2,60	7,66	18,21	10,35	10,85	13,35	9,61	5,22	2,39	2,13	7,187
	2001	0,98	0,64	1,07	1,03	1,03	2,96	4,32	6,39	14,76	7,66	1,34	0,75	3,578
	2002	8,31	2,86	1,16	1,71	12,06	10,31	9,15	8,89	9,09	9,53	5,46	5,36	6,991
	2003	5,13	4,54	4,97	5,67	25,82	19,91	16,53	7,79	8,92	3,13	2,97	2,58	8,997
	2004	13,35	3,46	1,89	0,94	0,99	8,64	4,00	5,96	3,50	3,94	3,90	3,54	4,510
	2005	3,01	5,89	4,29	8,14	17,28	21,68	20,69	4,96	4,19	4,18	4,12	3,91	8,528
1 – Não Consistido	2006	6,72	6,06	5,14	7,13	20,33	30,86		6,59	8,85	10,28	14,30	7,24	
	2007	5,85		11,98	5,46	16,74	22,64	7,35	8,88	7,35	7,21	6,65	5,75	
	2008	4,91	4,19	5,82	7,33	9,22	10,54	14,75	7,83	5,48	3,38	3,04	6,13	6,886
	2009	5,13	3,82	2,42	3,11		16,02	10,26						
Médias	NC2	2,575	2,634	4,407	7,053	14,059	13,103	10,728	5,983	4,135	3,149	4,231	4,070	6,385
	NC1	5,651	4,690	6,339	5,756	15,431	20,014	10,782	7,767	7,227	6,957	7,999	6,375	6,886
	Global	**2,826**	**2,760**	**4,568**	**6,951**	**14,139**	**13,645**	**10,731**	**6,084**	**4,310**	**3,364**	**4,449**	**4,208**	**6,397**

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

Quadro 2. 16 - Dados fluviométricos do rio Jacuípe em Emboacica (50890000) – em m³/s

NÍVEL DE CONSISTÊNCIA	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
2 - Consistido	1961		3,380	3,930	7,630	4,770	25,200	11,800	8,690	2,730	2,530	2,800	1,910	
	1962					11,700	16,900	22,000	8,210	2,980	1,830	16,500	2,000	
	1963	1,270	15,300	2,650	3,670	49,200	16,200	19,300	5,460	2,600	1,910	2,540	22,200	11,858
	1964	29,500	12,700	38,700	61,500	67,500	42,300	42,100	49,900	18,500	21,000	21,700		
	1965	10,200	5,830	4,560	16,600	8,370	19,900	13,200						
	1966	0,855	2,400	3,960	25,300	29,200	30,800	35,500	20,900	17,400	17,300	14,600	17,500	17,976
	1967	6,260	5,980	6,600	26,300	44,000	41,200	47,300	12,300	19,800	5,290	10,500	2,540	19,006
	1968													
	1969	8,140	18,700	30,900	37,600	53,200	45,600	34,600	19,600	9,010	5,970	4,670	21,000	24,083
	1970	19,800	6,220	7,150	5,580	5,850	7,090	16,300	23,300	5,040	5,160	12,600	3,400	9,791
	1971	2,680	2,440	1,850	12,900	44,200	37,200	48,300	19,600	23,800	9,710	6,590	3,360	17,719
	1972	5,560	6,910	3,200	4,900	37,200	29,000	16,400	14,300	9,160	6,070	3,410	2,100	11,518
	1973	1,880	1,380	2,950	8,440	29,200	55,900	37,500	14,400	32,600	40,900	22,500	17,800	22,121
	1974	8,560	16,600	14,900	17,900	65,500	36,500	22,800	14,000	14,200	11,900	25,500	10,300	21,555
	1975	5,150	7,810	8,180	35,600	55,100	40,300	41,700	38,700	39,700	10,000	6,790	10,200	24,936
	1976	4,560	9,090	5,300	6,600	9,230	7,040	6,490	6,140	4,340	28,500	4,100	8,140	8,294
	1977	4,120	7,560	4,170	13,800	39,900	36,300	18,600	5,590	4,510	36,000	7,760	12,900	15,934
	1978	14,900	8,250	11,200	18,500	45,600	24,600	25,400	21,900	9,200	7,170	8,730	11,400	17,238
	1979	9,130	5,770	7,930	7,430	19,600	24,700	22,700	5,640	5,510	3,210	2,730	2,560	9,743
Médias	**NC2**	**8,285**	**8,019**	**9,302**	**18,250**	**34,407**	**29,818**	**26,777**	**16,978**	**13,005**	**12,615**	**10,236**	**9,332**	**16,555**

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

A estratégia adotada foi a de gerar vazões médias mensais correspondentes a período mais recente a partir de correlação entre os dados das duas estações. Uma primeira decisão tomada foi a de estabelecer o período de janeiro de 1986 a dezembro de 2005 para representar o comportamento mais atual do rio e desta forma, estimar as vazões em Emboacica. Concorreram para esta escolha:

- neste período existem dados sem ocorrência de falhas em Mata de São João;
- preencher falhas em Mata de São João envolveria a utilização de dados da estação de São Sebastião do Passé, no mesmo rio;
- a vantagem de se utilizar maior quantidade de vazões para caracterizar a série atual seria compensada de forma negativa com valores gerados para Emboacica, a partir de valores também gerados em Mata de São João, fato que agrega maior insegurança na representatividade dos mesmos.

Uma segunda decisão foi definir a estratégia de geração dos dados a partir de expressões de regressão. Uma alternativa foi a de se estabelecer uma regressão para cada mês, outra, foi a de se estabelecer uma única regressão para todo o conjunto de dados. Ambos os procedimentos foram empregados e analisados os resultados para, então, ser efetuada a opção final.

Para a estratégia de uma expressão para cada mês o procedimento foi o seguinte:

- considerar o período de janeiro de 1961 a dezembro de 1979 como o que define os pares mensais de vazão;
- tomar como variável independente a vazão média mensal em Mata de São João e como variável dependente, a vazão média mensal em Emboacica;
- selecionar o tipo de lei matemática em função do melhor coeficiente de correlação encontrado entre os diversos tipos de função possíveis;
- analisar os valores encontrados buscando observar os valores obtidos que se mostraram inadequados;
- selecionar uma segunda função a partir do critério de segundo melhor coeficiente de correlação;
- reavaliar os valores (para um dado mês de um determinado ano) que se mostraram inadequados a partir da segunda função;
- verificar a adequação dos novos resultados.

Com este procedimento foi gerada a série havendo necessidade de se utilizar uma segunda equação de regressão apenas no mês de dezembro de 1989.

O **Quadro 2. 17** seguinte apresenta as expressões utilizadas, para cada mês, com os correspondentes valores dos coeficientes de correlação calculados para cada uma delas.

Quadro 2. 17 - Equações utilizadas para gerar vazões médias mensais em Santa Helena período janeiro 1986 a dezembro de 2005

MÊS	EQUAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
Jan	y = -0,1029*x^2+3,4404*x+0,6610	0,9671
Fev	Y = 4,5273*x^0,6271	0,8155
Mar	Y = -0,0078*x^2+1,8982*x+2,3415	0,9738
Abr	Y = -0,0118*x^2+1,9147*x+4,2866	0,8741
Mai	Y = -0,0194*x^2+2,1451*x+5,5498	0,9058
Jun	Y = 4,7402*x^0,71	0,9008
Jul	Y = 5,0309*x^0,7015	0,7018
Ago	Y = -0,0838*x^2+4,0774*x+0,0142	0,9678
Set	Y = -0,0462*x^2+3,2273*x+1,7336	0,9860
Out	Y = -0,1089*x^2+4,1631*x+0,7953	0,9711
Nov	Y = 5,1629*x^0,5064	0,8165
Dez	Y = -0,0933*x^2 + 2,7829*x + 2,1373	0,7067
	Y = 4,5427*ln(x) + 6,3418	0,6720

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A série gerada a partir de múltiplas expressões mensais está apresentada posteriormente, sendo o valor destacado em amarelo o único que utilizou de expressão especial para o referido mês.

Usando uma única expressão para todos os meses do ano, o procedimento foi semelhante apenas com a alteração de não se separar informações por mês. Neste caso, foram geradas duas séries de vazões mensais em Santa Helena, uma utilizando uma lei do tipo potência e outra utilizando uma função polinomial do segundo grau. As expressões e respectivos coeficientes de correlação são apresentados no **Quadro 2. 18** a seguir.

Quadro 2. 18 - Expressões de regressão utilizadas para gerar dados em Santa Helena com uma única função para todo o ano

TIPO DE FUNÇÃO	EXPRESSÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
Potência	Y = 4,8541*x^0,6759	0,8766
Polinomial do segundo grau	Y = -0,0236*x^2 + 2,3878*x + 2,8850	0,8944

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Desta forma foram geradas três séries de vazões médias mensais representando o rio Jacuípe em Santa Helena no período de janeiro de 1986 a dezembro de 2005:

- uma utilizando múltiplas expressões, uma para cada mês;
- uma segunda utilizando uma única expressão do tipo potência para todos os meses do ano e
- uma terceira, utilizando uma única expressão do tipo polinomial do segundo grau para todos os meses do ano.

As séries geradas são a seguir apresentadas nos **Quadro 2. 19** ao **Quadro 2.21**.

Quadro 2. 19 - Vazões geradas a partir de múltiplas expressões (uma para cada mês) – em m³/s

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA ANUAL
1986	8,88	6,77	8,72	28,46	24,41	22,75	23,63	9,35	14,10	15,74	21,22	14,99	**16,59**
1987	6,12	5,26	4,85	8,76	16,34	26,01	23,08	6,74	6,16	4,45	4,88	4,63	**9,77**
1988	8,84	3,68	6,31	12,25	24,85	35,99	40,01	27,20	11,88	9,31	7,64	22,74	**17,56**
1989	6,41	5,71	6,88	34,44	37,41	65,53	52,50	46,40	26,40	17,47	12,55	22,43	**28,12**
1990	15,43	8,65	6,77	8,27	10,62	15,17	12,52	12,55	10,23	16,68	8,71	12,38	**11,50**
1991	7,10	6,09	5,27	8,96	10,75	9,03	17,22	16,00	11,67	6,59	5,79	5,12	**9,13**
1992	4,08	13,47	6,53	6,67	7,55	7,25	15,12	10,08	6,31	4,29	4,09	4,67	**7,51**
1993	2,35	2,35	2,91	4,81	7,64	8,70	3,64	13,07	3,98	7,39	3,51	2,89	**5,27**
1994	1,16	1,35	2,86	17,71	16,08	20,11	42,78	8,69	8,33	9,31	3,74	3,03	**11,26**
1995	1,36	1,46	3,06	5,92	12,27	15,91	12,16	4,63	3,87	1,93	5,17	5,61	**6,11**
1996	2,15	3,06	2,91	20,80	19,25	41,55	13,07	13,24	13,62	6,75	8,83	9,75	**12,91**
1997	3,28	7,68	23,78	23,25	26,32	20,94	17,06	12,15	5,00	5,65	4,34	3,11	**12,71**
1998	1,43	2,47	2,72	5,19	8,80	15,14	30,54	14,64	5,98	4,30	4,68	2,96	**8,24**
1999	1,51	2,12	2,86	4,88	29,84	18,50	17,26	48,13	9,81	13,75	19,78	13,96	**15,20**
2000	8,03	6,03	7,22	18,26	38,17	24,90	26,78	39,52	28,49	19,57	8,03	7,63	**19,39**
2001	3,95	3,41	4,36	6,24	7,73	10,24	14,05	22,66	39,30	26,30	5,99	4,16	**12,37**
2002	22,14	8,76	4,54	7,53	28,60	24,85	23,77	29,63	27,25	30,58	12,20	14,37	**19,52**
2003	15,61	11,69	11,59	14,77	48,00	39,64	36,00	26,68	26,85	12,74	8,96	8,69	**21,77**
2004	28,25	9,86	5,91	6,08	7,65	21,92	13,30	21,33	12,48	15,50	10,29	10,82	**13,62**
2005	10,08	13,76	10,34	19,08	36,82	42,12	42,14	18,18	14,46	16,30	10,57	11,59	**20,45**
Média	**7,91**	**6,18**	**6,52**	**13,12**	**20,95**	**24,31**	**23,83**	**20,04**	**14,31**	**12,23**	**8,55**	**9,28**	**13,98**

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Quadro 2. 20 - Vazões geradas a partir de uma única expressão do tipo potência para todos os meses do ano – em m³/s

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA ANUAL
1986	9,24	7,49	11,12	28,61	22,44	21,61	21,55	8,80	12,54	12,41	32,02	15,76	**16,96**
1987	6,87	5,71	5,89	8,70	14,95	24,55	21,06	6,98	6,09	4,52	4,50	4,61	**9,53**
1988	9,20	3,88	8,03	12,95	22,83	33,43	35,79	19,75	10,88	8,19	8,19	31,88	**17,08**
1989	7,13	6,23	8,81	33,82	33,82	59,15	46,50	34,41	21,01	13,51	15,89	53,18	**27,79**
1990	14,52	9,76	8,66	8,04	8,81	14,69	11,69	10,88	9,60	13,01	9,76	13,01	**11,03**
1991	7,73	6,68	6,53	8,97	8,97	8,97	15,89	13,01	10,71	6,23	5,65	5,22	**8,71**
1992	4,94	15,72	8,35	5,65	4,65	7,28	14,01	9,28	6,23	4,38	3,56	4,65	**7,39**
1993	3,03	2,39	2,14	2,02	4,79	8,66	3,56	11,20	3,83	6,83	2,90	2,02	**4,45**
1994	1,32	1,32	2,02	18,68	14,69	19,22	38,17	8,35	8,04	8,19	3,16	2,27	**10,45**
1995	1,66	1,43	2,52	4,38	10,71	15,37	11,36	5,36	3,69	2,02	4,87	5,81	**5,77**
1996	2,79	3,18	2,14	21,65	17,75	38,34	12,18	11,31	12,18	6,35	9,93	10,30	**12,34**
1997	4,10	8,58	25,85	23,93	24,12	19,97	15,74	10,62	4,94	5,50	3,85	2,40	**12,47**
1998	1,77	2,53	1,64	2,92	6,49	14,66	27,59	12,18	5,92	4,39	4,25	2,14	**7,21**
1999	1,89	2,14	2,02	2,19	27,21	17,75	15,92	36,92	9,26	11,14	29,16	14,66	**14,19**
2000	8,52	6,61	9,26	19,22	34,50	23,55	24,31	27,98	22,41	14,84	8,75	8,08	**17,34**
2001	4,80	3,58	5,08	4,94	4,94	10,11	13,06	17,01	29,94	19,22	5,92	3,98	**10,22**
2002	20,31	9,88	5,38	6,98	26,13	23,50	21,67	21,25	21,58	22,28	15,29	15,10	**17,44**
2003	14,66	13,50	14,35	15,69	43,70	36,66	32,32	19,43	21,31	10,49	10,14	9,21	**20,12**
2004	27,98	11,24	7,47	4,67	4,81	20,86	12,38	16,22	11,33	12,26	12,18	11,41	**12,73**
2005	10,22	16,08	12,98	20,02	33,31	38,83	37,63	14,33	12,79	12,77	12,63	12,19	**19,48**
Média	**8,13**	**6,90**	**7,51**	**12,70**	**18,48**	**22,86**	**21,62**	**15,76**	**12,21**	**9,93**	**10,13**	**11,39**	**13,14**

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Quadro 2. 21 - Vazões geradas a partir de uma única expressão do tipo polinomial do segundo grau para todos os meses do ano – em m³/s

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA ANUAL
1986	8,91	7,34	10,75	31,34	23,69	22,68	22,60	8,50	12,21	12,08	35,54	15,75	**17,62**
1987	6,81	5,88	6,02	8,41	14,83	26,30	22,01	6,90	6,18	5,01	5,00	5,08	**9,87**
1988	8,88	4,59	7,81	12,66	24,17	37,25	40,06	20,43	10,50	7,95	7,95	35,36	**18,13**
1989	7,03	6,29	8,52	37,72	37,72	60,84	51,57	38,42	21,95	13,25	15,90	57,20	**29,70**
1990	14,36	9,40	8,37	7,82	8,52	14,55	11,33	10,50	9,25	12,71	9,40	12,71	**10,75**
1991	7,55	6,65	6,53	8,66	8,66	8,66	15,90	12,71	10,34	6,29	5,84	5,51	**8,61**
1992	5,31	15,70	8,09	5,84	5,11	7,15	13,80	8,95	6,29	4,92	4,38	5,11	**7,55**
1993	4,07	3,72	3,60	3,54	5,21	8,37	4,38	10,83	4,55	6,77	3,99	3,54	**5,21**
1994	3,23	3,23	3,54	19,15	14,55	19,78	42,82	8,09	7,82	7,95	4,14	3,66	**11,50**
1995	3,37	3,28	3,79	4,92	10,34	15,31	11,00	5,62	4,47	3,54	5,26	5,96	**6,40**
1996	3,93	4,16	3,60	22,73	18,04	43,00	11,84	10,94	11,84	6,38	9,58	9,94	**13,00**
1997	4,73	8,31	27,91	25,53	25,77	20,69	15,73	10,25	5,31	5,72	4,57	3,72	**13,19**
1998	3,42	3,79	3,37	4,00	6,50	14,52	30,08	11,84	6,05	4,93	4,83	3,60	**8,08**
1999	3,48	3,60	3,53	3,62	29,60	18,04	15,93	41,38	8,93	10,77	32,02	14,52	**15,45**
2000	8,25	6,60	8,93	19,79	38,53	25,06	26,01	30,56	23,66	14,71	8,46	7,85	**18,20**
2001	5,21	4,40	5,41	5,31	5,31	9,74	12,77	17,19	32,98	19,79	6,05	4,65	**10,74**
2002	21,09	9,53	5,63	6,90	28,26	25,00	22,76	22,24	22,64	23,50	15,22	15,00	**18,15**
2003	14,52	13,24	14,17	15,67	48,80	41,07	35,91	20,05	22,31	10,12	9,77	8,89	**21,21**
2004	30,56	10,87	7,32	5,12	5,22	21,76	12,05	16,27	10,96	11,92	11,84	11,05	**12,91**
2005	9,85	16,12	12,69	20,75	37,10	43,57	42,19	14,15	12,48	12,46	12,31	11,85	**20,46**
Média	**8,73**	**7,33**	**7,98**	**13,47**	**19,80**	**24,17**	**23,04**	**16,29**	**12,54**	**10,04**	**10,60**	**12,05**	**13,84**

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Uma comparação dos resultados pode ser observada no **Quadro 2. 22 e Figura 2. 12**:

Quadro 2. 22 - Comparação dos resultados das vazões geradas – em m³/s

Expressão	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA ANUAL
Multiplas expressões	7,91	6,18	6,52	13,12	20,95	24,31	23,83	20,04	14,31	12,23	8,55	9,28	13,98
Potência	8,13	6,90	7,51	12,70	18,48	22,86	21,62	15,76	12,21	9,93	10,13	11,39	13,14
Polinomial do segundo grau	8,73	7,33	7,98	13,47	19,80	24,17	23,04	16,29	12,54	10,04	10,60	12,05	13,84

Fonte: GEOHIDRO, 2014

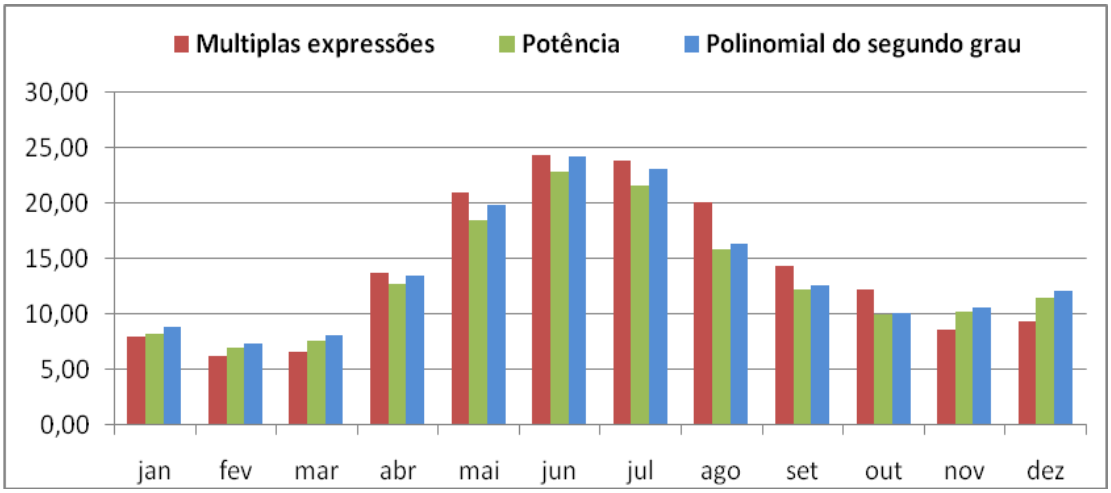


Figura 2. 12 - Comparação dos resultados das vazões geradas – em m³/s

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Como pode ser observado, as séries geradas guardam comportamentos muito próximos tanto no que se refere às médias mensais quanto às médias anuais. Para a seleção de qual foi utilizada para alimentar a modelagem matemática utilizada na avaliação da capacidade de regularização do reservatório de Santa Helena, à luz de dados mais atuais foi utilizado um procedimento que levou em conta os valores gerados a partir de médias menores que 1,0 m³/s em Mata de São João. Esta escolha se deveu ao fato de que são as vazões de menor porte as que mais significado tem para a determinação dos déficits de atendimento, fator de muito significado para a determinação do objetivo do estudo neste item.

Para tanto, foi feita uma comparação entre os valores medidos em Emboacica (período de 1961 a 1979) em cujos meses a média foi inferior a 1,0 m³/s com os valores gerados pelas expressões referentes a cada um dos métodos empregados na geração da série sintética. Foi escolhido aquele método cuja média da relação entre valores médios e valores gerados apresentasse mais próxima de 1,0 e dentro deste critério o melhor comportamento foi o do conjunto de valores gerados a partir de expressões para cada mês. O **Quadro 2. 23** ilustra os resultados obtidos na aplicação do critério anteriormente descrito.

Quadro 2. 23 - Comparação entre valores gerados e medidos – em m³/s

ANO	MÊS	MATA DE SÃO JOÃO	EMBOACICA MEDIDO	EMBOACICA ESTIMADO			RELAÇÃO C/VALOR MEDIDO		
		PF_50840000	PF_50890000	Múltiplas	Potencia	Polinomial	Múltiplas	Potencia	Polinomial
1961	fev	0,27	3,38	1,98	1,99	3,52	0,59	0,59	1,04
1961	mar	0,23	3,93	2,78	1,79	3,43	0,71	0,46	0,87
1961	set	0,51	2,73	3,35	3,06	4,08	1,23	1,12	1,50
1961	out	0,20	2,53	1,61	1,62	3,35	0,64	0,64	1,33
1961	nov	0,12	2,80	1,73	1,13	3,16	0,62	0,40	1,13
1961	dez	0,13	1,91	2,49	1,20	3,19	1,30	0,63	1,67
1962	set	0,37	2,98	2,91	2,47	3,76	0,98	0,83	1,26
1962	out	0,17	1,83	1,50	1,47	3,29	0,82	0,80	1,80
1962	dez	0,37	2,00	3,15	2,47	3,76	1,57	1,23	1,88
1963	jan	0,15	1,27	1,17	1,35	3,24	0,92	1,06	2,55
1963	mar	0,36	2,65	3,02	2,43	3,74	1,14	0,92	1,41
1963	set	0,23	2,60	2,46	1,78	3,42	0,95	0,68	1,32
1963	out	0,11	1,91	1,24	1,06	3,14	0,65	0,56	1,64
1963	nov	0,17	2,54	2,12	1,48	3,30	0,83	0,58	1,30
1965	mar	0,83	4,56	3,92	4,29	4,86	0,86	0,94	1,06
1966	jan	0,36	0,86	1,89	2,44	3,74	2,21	2,85	4,38
1970	set	0,71	5,04	3,99	3,84	4,56	0,79	0,76	0,91
1970	out	0,91	5,16	4,50	4,56	5,04	0,87	0,88	0,98
1971	jan	0,78	2,68	3,29	4,11	4,74	1,23	1,53	1,77
1971	fev	0,59	2,44	3,26	3,41	4,29	1,34	1,40	1,76
1971	mar	0,28	1,85	2,88	2,06	3,56	1,55	1,12	1,92
1971	dez	0,71	3,36	4,08	3,87	4,58	1,21	1,15	1,36
1972	jan	0,99	5,56	3,95	4,80	5,21	0,71	0,86	0,94
1972	mar	0,59	3,20	3,45	3,38	4,27	1,08	1,06	1,34
1972	nov	0,85	3,41	4,76	4,36	4,90	1,40	1,28	1,44
1972	dez	0,58	2,10	3,71	3,35	4,25	1,77	1,59	2,03
1973	jan	0,43	1,88	2,11	2,73	3,90	1,12	1,45	2,07
1973	fev	0,33	1,38	2,24	2,27	3,66	1,62	1,65	2,65
1979	out	0,69	3,21	3,60	3,76	4,51	1,12	1,17	1,40
1979	nov	0,63	2,73	4,07	3,54	4,37	1,49	1,30	1,60
1979	dez	0,67	2,56	3,95	3,69	4,47	1,54	1,44	1,74
Média da relação de comparação							**1,12**	**1,06**	**1,61**

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Ainda a título de verificação, foram geradas vazões médias mensais no período de 1961 a 1979 com o critério de única expressão do tipo potência para cada mês do ano e confrontado com valores medidos em Emboacica neste mesmo período. Com este procedimento constatou-se a boa representatividade do procedimento adotado. A **Figura 2. 13** seguinte ilustra o resultado desta comparação.

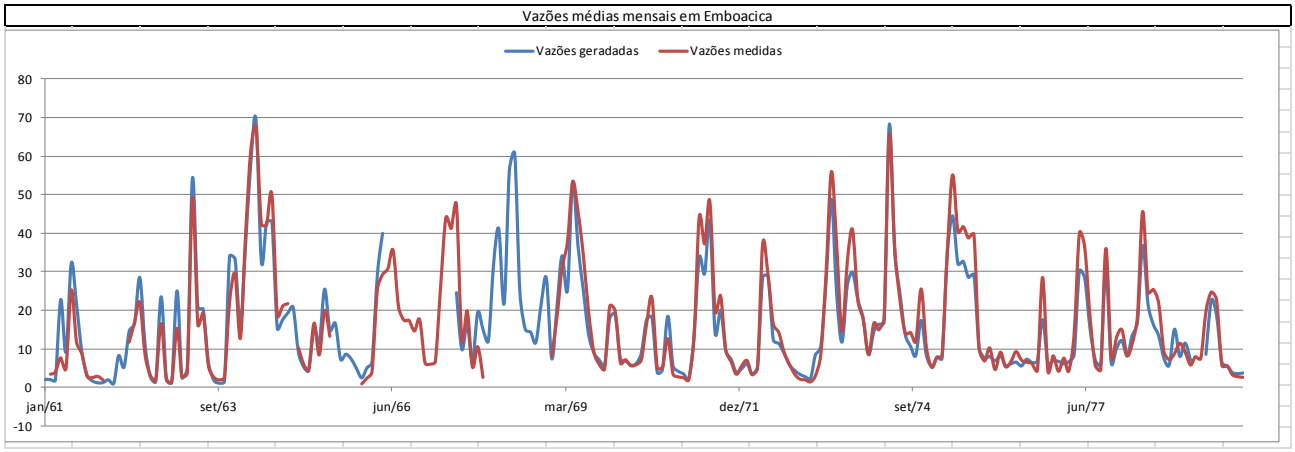


Figura 2. 13 - Comparação dados medidos e gerados em Emboacica (1961 a 1979) – em m³/s

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Com base nas questões expostas, as avaliações referentes à capacidade de regularização do reservatório de Santa Helena à luz de informações mais recentes foram realizadas com base nos seguintes elementos que sintetizam as opções feitas a partir da análise dos dados existentes e dos estudos anteriores realizados com propósito semelhante:

- as vazões de aporte ao lago foram estimadas a partir dos valores medidos em Mata de São João e de acordo com uma única expressão do tipo potência para todos os meses do ano (expressão já apresentada anteriormente);
- a capacidade de evaporação da atmosfera local foi estimada a partir da aplicação da metodologia de Hargreaves e calculada a partir das coordenadas do local;
- as curvas cota x área e cota x volume foram reavaliadas e estabelecidas para a atual aplicação conforme anteriormente já exposto sendo elas:

  Curva cota x volume ➔Vol (m³) = $35589.H^{2,9179}$ com H em metros

  Curva cota x área ➔A (m²) = $9820,6.H^{2,7593}$ com H em metros.

- dados de chuva, consistidos, segundo as informações referentes à estação pluviométrica de Emboacica, obtidas a partir do banco de dados da ANA (Hidroweb), já anteriormente apresentados.

Para a estimativa da capacidade de regularização foi aplicado um balanço hídrico mensal realizado a partir da expressão:

Armaz(I+1) = Armaz(I) + VolAflu(I) + VolPrec(I) – VolRet(I) – VolRest(I) - Evapo(I) – Extr(I)

onde:

Armaz(I+1) é o armazenamento no início do período subsequente;

Armaz(I) é o armazenamento no início do período;

VolAflu(I) é a volume afluente ao reservatório ao longo do período , calculado em função da vazão do rio que alimenta o reservatório;

VolRet(I) é o volume retirado do reservatório ao longo do período para atendimento das demandas;

VolRest(I) é o volume descarregado para o trecho de jusante do reservatório ao longo do período;

Evapo(I) é o volume referente à evaporação descontada da chuva sobre a superfície do lago durante o período;

Extr(I) é o volume extravasado no período.

Como o objetivo é o de se estabelecer a vazão máxima regularizada, o consumo foi considerado para um único tipo de uso. Da mesma forma, como a vazão a ser liberada para jusante é função da vazão regularizada, esta foi considerada como igual a zero. Uma vez estabelecida a vazão regularizada, este valor deve ser considerado de forma isolada, segundo critério estabelecido na emissão de outorga, e retirado do valor total regularizado.

O armazenamento possui um limite máximo estabelecido pela capacidade do reservatório quando este se encontra no nível da soleira do vertedor. Os excedentes em relação a esta capacidade são considerados como volumes escoados pelo vertedor. Pode-se constatar que esta expressão possui a mesma natureza daquela que se emprega no modelo Cascata e nos cálculos realizados nos estudos anteriores já realizados com o mesmo objetivo para Santa Helena. Da mesma forma é ainda compatível com os estudos anteriores, o uso de processo iterativo para a estimativa do volume evaporado.

O conjunto de procedimentos estabelecidos e utilizados para a obtenção dos objetivos da análise em questão foi estruturado em planilha eletrônica, agregando uma série de outras possibilidades que podem ser de interesse deste plano em outras etapas do trabalho. Chamou-se de BHIM – Balanço Hídrico Iterativo Mensal em um reservatório – ao modelo representado pelo conjunto de operações, os dados de entrada e de saída estruturados em quadros, tabelas e gráficos que sintetizam as avaliações efetuadas. O BHIM já tem sido empregado em estudos diversos relacionados a avaliação do comportamento de reservatórios de regularização além da definição da capacidade de regularização, tais como estudos de outorga, estudos de impactos ambientais, enchimento de reservatórios, comparação de critérios operacionais diversos, entre outras possibilidades. Uma das vantagens da apresentação de resultados na forma de planilha quando comparado com o uso de modelos tradicionais é que nos modelos somente os dados de entrada e saída são disponibilizados enquanto nas planilhas é possível observar de forma completa a cadeia de cálculos elaborada. Além disso, fica extremamente simplificado o ajuste da sistemática de cálculo para incorporar particularidades de cada estudo.

A título de comparação, os valores encontrados com a aplicação da sistemática desenvolvida pelo BHIM para as mesmas condições onde foi aplicado o modelo Cascata nos estudos elaborados em 1996, o valor da vazão regularizada por Santa Helena com captação na cota 17,0 m foi de 5,965 m³/s contra 6,532 m³/s estimado pelo Cascata. Considerando a captação na cota 10,0 m, a estimativa feita pelo BHIM chegou a 8,932 m³/s contra 8,815 m³/s com a aplicação do Cascata. A diferença mais significativa entre estas duas aplicações está no fato do BHIM associa o valor da área e do volume do reservatório a uma cota enquanto o Cascata associa volumes e áreas a partir de uma relação direta e este fato, pelo menos no que se refere ao reservatório de Santa Helena, pode levar cotas diferentes atreladas aos valores de volume e de área que se imaginam associados a uma mesma cota, conforme já anteriormente apontado.

A seguir são apresentados os elementos de entrada, as etapas de cálculo e os elementos de saída do conjunto procedimentos designado por BHIM, seguidos de comentários que permitem a adequada compreensão de toda a sistemática de cálculos correspondente. Todos os dados e resultados que compõem os quadros seguintes dizem respeito à aplicação do BHIM para a hipótese de cota de captação na cota 10,0 m.

Os elementos de entradas do modelo são divididos em dois conjuntos. O primeiro deles é o que consta na **Figura 2. 14** a seguir.

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Barragem de Santa Helena	Rio : Jacuípe	Município : Mata de São João	Estado : Bahia
Fase : Operação regular	Cenário :	Série de vazões :	Jan / 1986 a Dez / 2005

DADOS GERAIS

DO RESERVATÓRIO

Nível	H (m)	Vol (m^3)
U max	20	222.633.857
Rest unp	19,5	206.779.641
Rest 1	19	191.686.231
Rest 2	18	163.710.083
Op min	10	29.458.850

DADOS DE INICIALIZAÇÃO

Ho =	19	m
Ao =	33.159.108	m^2
Vo =	191.686.231	m^3

DO CONSUMO MÉDIO

Tipo	Q (l/s)	V (m^3)
Q amb	0,0	0
Q ab h	7046,0	18.263.232
Qm irrig	0,0	0
Q outros	0,0	0
sobre a irrigação		
Ai =	0,0	ha
t irrig =	24,0	h / dia

DO CRITÉRIO DE OPERAÇÃO

Abaixo de	20,0	19,5	19,0	18,0
Acima de	19,5	19,0	18,0	10,0
Critério	S/ rest	Rest unp	Rest 1	Rest 2
FATORES DE ATENDIMENTO				
Qirrig	1,00	1,00	1,00	1,00
Q amb	1,00	1,00	1,00	1,00
Q ab h	1,00	1,00	1,00	1,00
Q outros	1,00	1,00	1,00	1,00

DO CONSUMO MENSAL

Mês	ETP (mm)	Qirrig l/s	Consumos mensais para cada uso: Qirrig m^3/mês	Q amb m^3/mês	Q ab h m^3/mês	Q outros m^3/mês	Consumos totais mensais: S/ rest m^3/mês	Rest unp m^3/mês	Rest 1 m^3/mês	Rest 2 m^3/mês
JAN	164,8	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
FEV	147,6	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
MAR	148,3	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
ABR	114,3	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
MAI	98,7	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
JUN	85,0	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
JUL	93,9	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
AGO	116,3	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
SET	121,7	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
OUT	152,0	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
NOV	149,8	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
DEZ	161,4	0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232
ETPanual =	1.553,9									
Q med =		0,000	0	0	18.263.232	0	18.263.232	18.263.232	18.263.232	18.263.232

Curvas cota x área x volume

Curva	Tipo	Coeficientes k	Coeficientes m
a = f(h)	$k.h^m$	9820,6	2,7593
V = f(h)	$k.h^m$	35589	2,9179

Figura 2. 14 - Primeiro conjunto de dados de entrada do BHIM

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Acima de todas as informações estão os elementos identificadores do barramento em estudo.

Sob o título de “Do reservatório” estão estabelecidas cotas operacionais em relação às quais é possível se estabelecer critérios de operação como se verá adiante. Nesta etapa dos estudos somente possuem significado o volume útil máximo (U max) e o mínimo operacional (Op min) estabelecidos em 20,0 m e 10, 0 m no exemplo em questão. Os demais valores foram lançados neste caso sem nenhum critério específico, podendo, em outras etapas do trabalho, serem definidos segundo critérios que estejam sendo avaliados ou comparados para a tomada de decisões. Sob este conjunto de cotas está a informação que define a condição inicial do reservatório para o cenário a ser simulado. No caso em questão o valor foi considerado igual a 19,0 m. Este recurso é extremamente útil no caso de estudos relativos a enchimentos de reservatório, necessários em avaliações de impactos.

À direita desta informação estão os valores de consumo estipulados por cenário, sob o título “Do consumo médio”. Em face dos objetivos do estudo nesta etapa toda a vazão de consumo foi considerada como de abastecimento humano. Como já comentado, nesta etapa o valor referente a liberação para o trecho de jusante (Q amb) foi considerada nula. Para posteriores análises de critérios de operação este valor deverá corresponder ao que deve ser determinado pelo processo de outorga. Vale salientar que as demandas para irrigação são estimadas em função da área irrigada, considerada nula no presente caso.

Abaixo das informações sobre o reservatório, na coluna mais à direita está o conjunto de dados relativos à evaporação potencial para cada mês. Ao lado desta informação, os valores calculados para consumo mensal na irrigação, estimados em função da ETP e da área irrigada. No caso em questão estas vazões são nulas já que não se considerou área para irrigação.

Acima e à direita são observados dois quadros com os títulos “Do critério de operação” e “Fatores de atendimento”. Este conjunto de informações estabelece, para cada faixa de nível anteriormente estabelecida, as percentagens do volume que serão retirados para cada tipo de consumo. Este recurso permite estabelecer uma série de cenários comparativos e otimizadores da operação do reservatório. Para o caso em questão, e de acordo com o objetivo do trabalho, nesta fase, não foi imposto nenhum tipo de restrição de uso em qualquer faixa operacional e para qualquer consumo.

Na parte inferior à direita estão dois quadros sob o título geral “Do consumo mensal”. O mais à direita apresenta os valores globais pretendidos e o da direita leva em consideração os critérios operacionais estabelecidos. Vale salientar que a sigla unp corresponde a “usos não previstos”.

Por fim, um quadro com os coeficientes relativos às curvas cota x área e cota x volume que caracterizam o reservatório.

O segundo conjunto e dados de entrada é composto por uma matriz que está integrada a outras que representam os campos de cálculo da modelagem. Estes dados estão dispostos desta forma por que dizem respeito às vazões e precipitações para cada intervalo de tempo da simulação que pode ser diária ou mensal, como é o caso do exemplo em questão. Assim sendo, o número de linhas varia de situação a situação modelada. Para o caso do reservatório de Santa Helena, esta matriz ocupa as linhas da planilha que vão do número 46 a 285, correspondendo cada uma delas a um mês simulado. A **Figura 2. 15** apresenta esta parte da planilha, com informações até somente a quinta linha, a título de exemplo. Uma cópia completa desta planilha é apresentada de forma complementar a este relatório.

DATA	MÊS	ANO	ETP (mm)	Qa (m3/s)	P (mm)
jan/86	1	1986	164,8	8,881	34
fev/86	2	1986	147,6	6,771	49
mar/86	3	1986	148,3	8,724	312,6
abr/86	4	1986	114,3	30,485	302,9
mai/86	5	1986	98,7	24,408	165,5

Figura 2. 15 - Segundo conjunto de dados de entrada do BHIM

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A planilha tem capacidade de transportar do quadro geral de entrada de dado mensal para a evaporação potencial o valor estabelecido para o mês correspondente. Os dados de Vazão e Precipitação corresponde aos que foram estabelecidos para o período em estudo e, como já destacado anteriormente, seguem até a linha que corresponde ao último mês de avaliação.

Adjacente e à direita deste primeiro conjunto são apresentados os elementos do balanço para a primeira etapa do processo iterativo. A **Figura 2. 16** seguinte ilustra este segmento da planilha.

Va (m3)	Hi (m)	Vi (m3)	Vi+Va (m3)	H f adm (m)	H med adm (m)	Vev adm 1 (m3)	Vol Cons (m3)
23.020.518	19	191.686.231	214.706.748	19,7530	19,377	5.769.969	18.263.232
17.550.143	18,977	191.007.418	208.557.561	19,5573	19,267	5.087.466	18.263.232
22.611.734	18,788	185.511.595	208.123.329	19,5433	19,166	5.035.173	18.263.232
79.016.448	18,780	185.282.267	264.298.715	20,0000	19,390	4.009.939	18.263.232
63.265.580	20,000	222.633.857	285.899.437	20,0000	20,000	3.771.590	18.263.232

Vol Cons (m3)	Vol prec (m3)	Var V adm (m3)	Vt adm (m3)	Hf adm (m)	Hm calc 1 (m)
18.263.232	21.425	-991.259	190.694.972	18,9663	18,983
18.263.232	30540,8003	-5.770.014	185.237.404	18,7785	18,878
18.263.232	192857,687	-493.813	185.017.782	18,7708	18,779
18.263.232	191129,313	56.934.407	222.633.857	20,0000	19,390
18.263.232	110880,571	41.341.639	222.633.857	20,0000	20,000

Figura 2. 16 - Balanço hídrico da primeira etapa do processo iterativo

Fonte: GEOHIDRO, 2014

O volume afluente (Va) é estimado em função da vazão afluente considerada. A altura inicial para cada mês corresponde, na primeira linha, ao valor estipulado entre os dados inicias estabelecidos para o cenário, e os demais são iguais ao valor obtido ao final do processo iterativo para o mês anterior. A soma Vi + Va permite uma primeira estimativa do volume no final do período, sem mesmo considerar os demais elementos que podem interferir neste valor final. Com esta soma é possível estimar a altura final, numa primeira instância (Hfadm). O volume evaporado, num primeiro valor admitido (Vev adm1) é obtido pelo produto da área média (Hmedadm) admitida pela capacidade evaporativa da atmosfera. O volume de consumo (VolCons) é selecionado na matriz "dos critérios de operação" com valor escolhido em função do nível em que se encontra o reservatório e as respectivas restrições impostas. No caso em questão não existem tais restrições. O volume precipitado sobre o espelho d'água do reservatório (Volprec) é estimado pela área média e o valor informado de precipitação no período.

Estabelecidos estes elementos é possível obter a variação do volume no período, considerando todos os usos e a retirada estimada, num primeiro nível, para a evaporação. Com esta informação obtém-se a altura estimada no final do período para a primeira etapa do processo iterativo e a altura média correspondente.

Os passos seguintes são referentes às demais etapas do processo iterativo onde os ajustes progressivos são feitos a todas as variáveis que dependem do valor da altura da água no reservatório e, consequentemente, da área do espelho d'água. A **Figura 2. 17** a seguir ilustra estes passos que se apresentam na planilha adjacente e à direita dos elementos apresentados no quadro anterior.

Hm calc 1 (m)	Vev calc 1 (m3)	Vol prec 1 (m3)	Var V calc 1 (m3)	Vf calc 1 (m3)	Hf calc 1 (m)	Hm calc 2 (m)	Vev adm 2 (m3)	Vol prec 2 (m3)	Var V calc 2 (m3)	Vf calc 2 (m3)	Hf calc 2 (m)
18,983	5.452.482	20.591	-674.605	191.011.625	18,9771	18,989	5.456.758	20.603	-678.870	191.007.361	18,9769
18,878	4.808.759	29357,67	-5.492.491	185.514.927	18,7881	18,883	4.812.147	29372,169	-5.495.864	185.511.554	18,7880
18,779	4.760.111	185407,8	-226.201	185.285.394	18,7801	18,784	4.763.364	185496,64	-229.365	185.282.230	18,7800
19,390	4.009.939	191129,3	56.934.407	222.633.857	20,0000	19,390	4.009.939	191129,31	56.934.407	222.633.857	20,0000
20,000	3.771.590	110880,6	41.341.639	222.633.857	20,0000	20,000	3.771.590	110880,57	41.341.639	222.633.857	20,0000

Hf calc 2 (m)	Hm calc 3 (m)	Vev adm 3 (m3)	Vol prec 3 (m3)	Var V calc 3 (m3)	Vf calc 3 (m3)	Hf calc 3 (m)	Vf (m^3)	VERIFIC (m^3)
18,9769	18,988	5.456.700	20.603	-678.812	191.007.418	18,9769	191.007.418	0
18,7880	18,882	4.812.106	29371,993	-5.495.823	185.511.595	18,7880	185.511.595	0
18,7800	18,784	4.763.326	185495,59	-229.328	185.282.267	18,7800	185.282.267	0
20,0000	19,390	4.009.939	191129,31	56.934.407	222.633.857	20,0000	222.633.857	0
20,0000	20,000	3.771.590	110880,57	41.341.639	222.633.857	20,0000	222.633.857	0

Figura 2. 17 - Passos subsequentes do processo iterativo

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A observação do título das colunas permite verificar que se tratam de variáveis já definidas anteriormente e que passam por reavaliação ao longo do processo iterativo. Ao final de três iterações é feita uma verificação comparando os dois últimos resultados e avaliando se a diferença persistente nesta etapa é inferior a um limite estabelecido. Atendido este critério, a altura e o volume estabelecido para o final do período é lançado como inicial na linha seguinte dando sequência cronológica ao balanço.

A planilha dispõe também de outras colunas que permitem registrar vários comportamentos do reservatório ao longo da simulação. Um primeiro grupo de saídas diz respeito a permanência do nível do reservatório nas faixas de nível operacional estabelecidas. A **Figura 2. 18** a seguir evidencia estes elementos de controle.

Vextrav	CONTAGENS						V jus	Q jus	V reg	Q reg
(m^3)	EXT.	> H Rest unp	> H rest 1	> H rest 2	> H op min	FALHA	(m^3)	(m^3/s)	(m^3)	(m^3/s)
0	-	-	-	1	1	-	18.263.232	7,046	18.263.232,0	7,046
0	-	-	-	1	1	-	18.263.232	7,046	18.263.232,0	7,046
0	-	-	-	1	1	-	18.263.232	7,046	18.263.232,0	7,046
19.582.817	1	-	-	1	1	-	37.846.049	14,601	18.263.232,0	7,046
41.341.639	1	1	1	1	1	-	59.604.871	22,996	18.263.232,0	7,046

Q reg	EVAP rel	Q evap	V jus-cons	Q jus-cons	H op min	H c/ Rest 2	H c/ Rest unp	H c/ Rest 1	H U max
(m^3/s)	(%)	(m^3/s)	(m^3)	(m^3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
7,046	2,9	2,105	0	0,000	10	18	19,5	19	20
7,046	2,6	1,857	0	0,000	10	18	19,5	19	20
7,046	2,6	1,838	0	0,000	10	18	19,5	19	20
7,046	2,0	1,547	19.582.817	7,555	10	18	19,5	19	20
7,046	1,7	1,455	41.341.639	15,950	10	18	19,5	19	20

Figura 2. 18 - Elementos de controle para elaboração de sínteses do comportamento no cenário estudado

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A primeira coluna registra o excedente de volume valor que corresponde ao volume extravasado no período. As seis colunas subsequentes fazem a contagem de períodos em que o reservatório se encontra acima de determinado nível de controle. Os oito campos seguintes correspondem aos seguintes elementos

- V jus: volume considerado disponível à jusante se o conjunto de vazões de consumo for lançado no trecho de jusante imaginando que os consumos se fazem por retirada ao longo deste trecho do rio (este volume também considera os referentes à liberação obrigatória à jusante e os extravasamentos);
- Q jus: corresponde a vazão média do período estimada a partir do volume anteriormente definido;
- V reg: corresponde ao volume regularizado no período considerando que este varia de acordo com o nível de água e os critérios operacionais;
- Q reg: Vazão média correspondente ao volume anterior;
- EVAP rel: corresponde à percentagem referente à evaporação comparada ao total de retirada no período;
- Q evap: Vazão média retirada do reservatório por evaporação;
- V jus-cons: corresponde ao volume lançado no trecho de jusante exclusivamente por conta dos extravasamentos e liberações estabelecidas pela outorga;
- Q jus-cons: vazão média no período relativa ao volume anteriormente definido.

As últimas cinco colunas repetem ao longo de todo o período os níveis de restrição estabelecidos e tem função unicamente permitir a construção de gráfico de saída com destaque destes níveis.

A partir destes elementos é possível elaborar uma síntese das saídas do desenvolvimento estimado do comportamento do reservatório perante o cenário a que foi submetido na modelagem. Estas saídas são apresentadas a partir de dois elementos. O primeiro deles é apresentado na **Figura 2. 19**.

Síntese das Saídas da Simulação								
Parâmetro	Contagem	%	Q afl med =	13,990	m^3/s	Q evap med =	1,6625	m^3/s
Total de meses simulados	240	100,0	Q jus med =	12.310,41	l/s	Q evap med =	11,9	% Q afl med
Extravasamentos	101	42,1	Q reg nom =	7.046,00	l/s	A_{EVAP} med =	3.373,97	ha
Perm H Rest unp	135	56,3	Q reg efet =	7.046,00	l/s	V_{EVAP} med =	2,2	% V_{RES} med
Perm H rest 1	166	69,2	Q jus-cons=	5.264,41	l/s	H_{RES} med =	18,9	m
Perm H rest 2	192	80,0	Efetiv reg =	50,4	% Q afl med	H_{RES} med =	94,4	% Hu max
Perm H op min	240	100,0	Red Q jus =	88,0	% Q afl med	A_{RES} (H med) =	3.262,82	ha
Falhas	0	0,0	Red Q j-c =	37,6	% Q afl med	Desv pad H_{RES}	1,8	m

Figura 2. 19 - Saídas do BHIM

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Nas colunas mais à esquerda estão os valores das permanências do nível de água nas diversas faixas operacionais, além do número total de meses e informações semelhantes relativas ao extravasamento.

A coluna central e a situada à direita apresentam os seguintes valores médios:

- Q afl med: vazão média afluente ao reservatório no período;
- Q jus med: Vazão de jusante caso toda retirada se faça a partir do leito no trecho de jusante;
- Qreg nom: corresponde a soma dos valores integrais de consumo para os diversos usos;
- Q reg efet: Vazão regularizada efetivamente considerando os critérios operacionais e a permanência do nível nas diversas faixas de restrição;
- Q jus-cons: Vazão de jusante estimada exclusivamente a partir do extravasamento e das liberações obrigatórias para jusante;
- Efetiv reg: percentagem da vazão média afluente efetivamente regularizada;
- Red Q jus: percentagem do aporte anual que permanece à jusante contando com os consumos;
- Red Qjus-cons: mesmo percentual sem considerar os consumos;
- Q evap med: Vazão media perdida por evaporação
- Aevap med: area correspondente ao espelho de água considerando os volumes evaporados e o total anual do potencial de evaporação;
- V evap med: percentagem do volume máximo do reservatório perdido por evaporação;
- H res med: altura media de água no reservatório informada em metros e em percentagem da altura útil máxima;
- Ares (H med): área do espelho de água correspondente à altura média;
- Desv pad Hres: corresponde ao desvio padrão da altura observada de água no reservatório.

Por fim, há ainda uma saída gráfica que ilustra o nível de água ao longo do período com destaque para os níveis de restrição estabelecidos. A **Figura 2. 20** seguinte apresenta o obtido para Santa Helena com a tomada de água na cota 10,0 m. Observando os resultados encontrados, estes estudos recomendam que deva ser considerado para nível de planejamento que a vazão regularizada com 100 % permanência no reservatório de Santa Helena seja igual a 7,046 m^3/s.

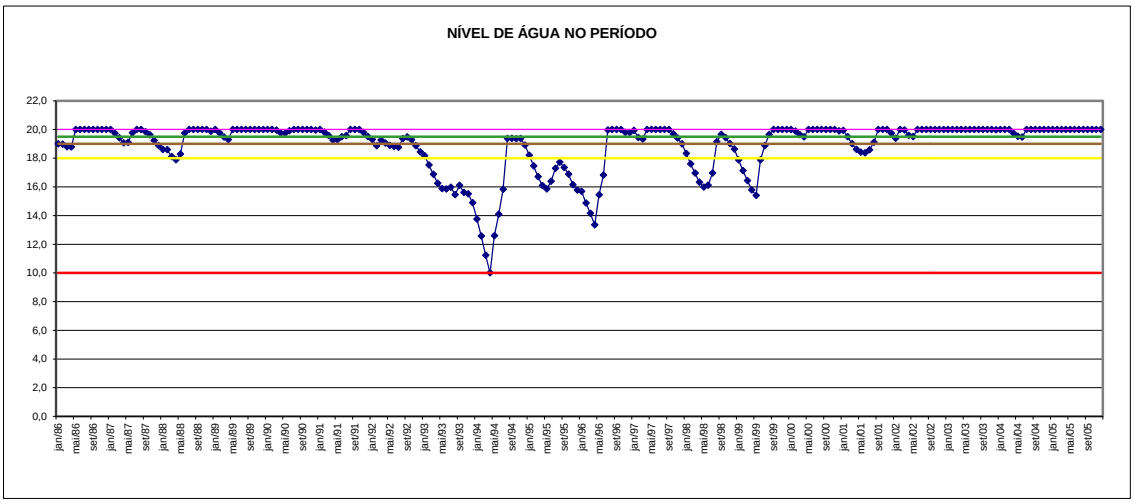


Figura 2. 20 - Saída gráfica do BHIM

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A seguir, são apresentados os elementos de entrada e de saída para o cenário considerando a cota operacional mínima igual a 17,0 m **(Figura 2. 21 a Figura 2. 23)**.

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Barragem de Santa Helena	**Rio : Jacuípe**	**Município : Mata de São João**	**Estado : Bahia**
Fase : Operação regular	**Cenário :**	**Série de vazões : Jan / 1986 a Dez / 2005**	

DADOS GERAIS

DO RESERVATÓRIO

Nível	H (m)	Vol (m^3)
U max	20	222.633.857
Rest unp	19,5	206.779.641
Rest 1	19	191.686.231
Rest 2	18,5	177.335.699
Op min	17	138.561.537

DADOS DE INICIALIZAÇÃO

Ho =	19	m
Ao =	33.159.108	m^2
Vo =	191.686.231	m^3

DO CONSUMO MÉDIO

Tipo	Q (l/s)	V (m^3)
Q amb	0,0	0
Q ab h	4045,0	10.484.640
Qm irrig	0,0	0
Q outros	0,0	0
sobre a irrigação		
Ai =	0,0	ha
t irrig =	24,0	h / dia

DO CRITÉRIO DE OPERAÇÃO

Abaixo de	20,0	19,5	19,0	18,5
Acima de	19,5	19,0	18,5	17,0
Critério	S/ rest	Rest unp	Rest 1	Rest 2

FATORES DE ATENDIMENTO

Qirrig	1,00	1,00	1,00	1,00
Q amb	1,00	1,00	1,00	1,00
Q ab h	1,00	1,00	1,00	1,00
Q outros	1,00	1,00	1,00	1,00

DO CONSUMO MENSAL

Mês	ETP (mm)	Qirrig l/s	Consumos mensais para cada uso: Qirrig m^3/mês	Q amb m^3/mês	Q ab h m^3/mês	Q outros m^3/mês	Consumos totais mensais: S/ rest m^3/mês	Rest unp m^3/mês	Rest 1 m^3/mês	Rest 2 m^3/mês
JAN	164,8	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
FEV	147,6	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
MAR	148,3	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
ABR	114,3	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
MAI	98,7	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
JUN	85,0	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
JUL	93,9	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
AGO	116,3	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
SET	121,7	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
OUT	152,0	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
NOV	149,8	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
DEZ	161,4	0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640
ETPanual =	1.553,9									
Q med =		0,000	0	0	10.484.640	0	10.484.640	10.484.640	10.484.640	10.484.640

Curvas cota x área x volume

Curva	Tipo	Coeficientes k	Coeficientes m
a = f(h)	$k.h^m$	9820,6	2,7593
V = f(h)	$k.h^m$	35589	2,9179

Figura 2. 21 - Entradas no BHIM para cota mínima igual a 17,0 m

Fonte: GEOHIDRO, 2014

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Barragem de Santa Helena		**Rio : Jacuípe**		**Município : Mata de São João**	**Estado : Bahia**
Fase : Operação regular	**Cenário :**			**Série de vazões : Jan / 1986 a Dez / 2005**	

Síntese das Saídas da Simulação

Parâmetro	Contagem	%					
Total de meses simulados	240	100,0	Q afl med =	13,136	m^3/s	Q evap med =	1,8389 m^3/s
Extravasamentos	156	65,0	Q jus med =	11.281,99	l/s	Q evap med =	14,0 % Q afl med
Perm H Rest unp	195	81,3	Q reg nom =	4.045,00	l/s	A_{EVAP} med =	3.732,13 ha
Perm H rest 1	209	87,1	Q reg efet =	4.045,00	l/s	V_{EVAP} med =	2,2 % V_{RES} med
Perm H rest 2	224	93,3	Q jus-cons=	7.236,99	l/s	H_{RES} med =	19,7 m
Perm H op min	240	100,0	Efetiv reg =	30,8	% Q afl med	H_{RES} med =	98,6 % Hu max
Falhas	0	0,0	Red Q jus =	85,9	% Q afl med	A_{RES} (H med) =	3.676,20 ha
			Red Q j-c =	55,1	% Q afl med	Desv pad H_{RES}	0,6 m

Figura 2. 22 - Saídas do BHIM para o nível mínimo igual a cota 17,0 m.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

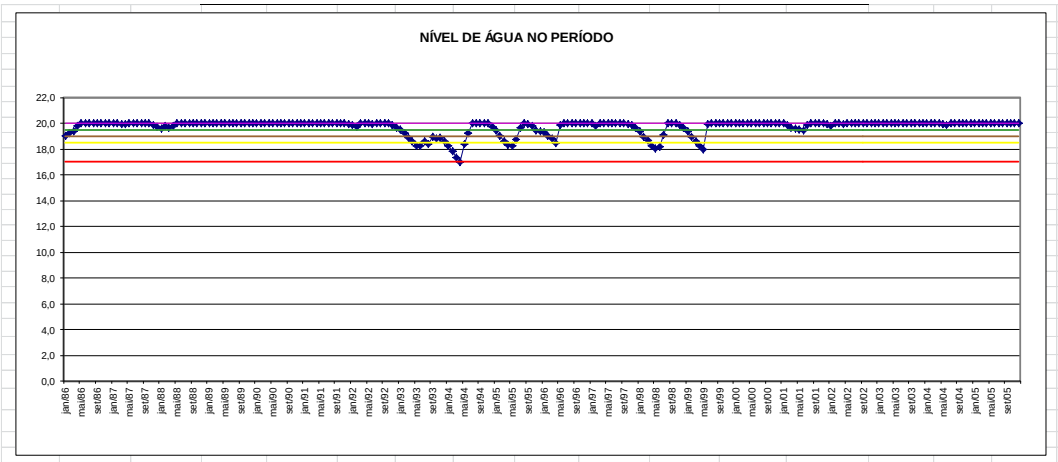


Figura 2. 23 - Comportamento esperado cenário com cota mínima igual a 17,0 m.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Observando os resultados encontrados, estes estudos recomendam que deva ser considerado para nível de planejamento que a vazão regularizada com 100 % permanência no reservatório de Santa Helena seja igual a 4,045 m³/s. Este valor é inferior aos estabelecidos em estudos realizados em períodos anteriores que foram estimados em 6,532 m³/s (Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe, elaborado pela Geohidro em 1996) e 7,900 m³/s (Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMS elaborado pela Hydros em 1998).

Vale ressaltar que embora os três estudos não tenham utilizado a mesma metodologia para estabelecer o valor da vazão regularizada, os princípios e estratégias utilizadas são semelhantes, com algumas diferenças, já apontadas e avaliadas quanto aos seus efeitos sobre os resultados, que pode ser considerado como pouco significativo. A diferença maior obtida na presente estimativa pode se apoiar em dois aspectos principais.

Um deles é que nesta oportunidade, o valor da capacidade do reservatório foi estimada em no máximo algo da ordem de 222 milhões de metros cúbicos contra valores superiores a 241 milhões de metros cúbicos nos estudos anteriores.

Outro fator, de natureza direta no cálculo, mas de certa forma subjetiva, para a análise, corresponde ao cenário de vazões que alimentou os cálculos nas diversas oportunidades. Estudos construídos há mais de 15 anos não tinham a possibilidade de considerar o comportamento que se apresentou na atualidade.

Um fato que merece destaque no cenário de vazões utilizado para simular o período de 1986 a 2005 é a sequência de três anos consecutivos abaixo da média, observados entre os anos de 1990 e 1995. A **Figura 2. 24** destaca estes elementos.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média anual
1986	9,235	7,491	11,122	28,612	22,436	21,610	21,545	8,797	12,535	12,410	32,020	15,759	16,964
1987	6,865	5,705	5,886	8,698	14,946	24,546	21,061	6,976	6,094	4,517	4,500	4,608	9,534
1988	9,198	3,884	8,034	12,954	22,825	33,433	35,790	19,750	10,876	8,192	8,192	31,877	17,084
1989	7,126	6,234	8,812	33,824	33,824	59,152	46,501	34,412	21,007	13,510	15,889	53,184	27,789
1990	14,521	9,755	8,656	8,038	8,812	14,691	11,688	10,876	9,597	13,009	9,755	13,009	11,034
1991	7,732	6,677	6,529	8,968	8,968	8,968	15,889	13,009	10,714	6,234	5,650	5,219	8,713
1992	4,935	15,717	8,346	5,650	4,654	7,277	14,014	9,281	6,234	4,375	3,558	4,654	7,391
1993	3,030	2,391	2,143	2,021	4,794	8,656	3,558	11,200	3,827	6,826	2,900	2,021	4,447
1994	1,316	1,316	2,021	18,683	14,691	19,215	38,173	8,346	8,038	8,192	3,161	2,267	10,452
1995	1,662	1,430	2,517	4,375	10,714	15,373	11,362	5,362	3,692	2,021	4,866	5,809	5,765
1996	2,786	3,180	2,144	21,654	17,745	38,336	12,180	11,310	12,180	6,348	9,935	10,304	12,342
1997	4,098	8,584	25,851	23,931	24,122	19,967	15,740	10,619	4,942	5,500	3,847	2,398	12,467
1998	1,768	2,527	1,644	2,917	6,490	14,660	27,594	12,180	5,922	4,391	4,254	2,144	7,208
1999	1,892	2,144	2,017	2,194	27,205	17,745	15,921	36,919	9,256	11,136	29,156	14,660	14,187
2000	8,521	6,611	9,256	19,223	34,505	23,550	24,314	27,983	22,410	14,839	8,752	8,081	17,337
2001	4,803	3,579	5,081	4,942	4,942	10,105	13,059	17,012	29,941	19,223	5,922	3,982	10,216
2002	20,305	9,885	5,377	6,976	26,127	23,496	21,673	21,250	21,575	22,278	15,292	15,096	17,444
2003	14,661	13,497	14,353	15,691	43,695	36,658	32,325	19,433	21,309	10,487	10,136	9,208	20,121
2004	27,978	11,236	7,471	4,671	4,812	20,856	12,382	16,217	11,330	12,259	12,181	11,411	12,734
2005	10,216	16,085	12,983	20,021	33,307	38,834	37,626	14,332	12,792	12,767	12,630	12,193	19,482
Médias	8,132	6,896	7,512	12,702	18,481	22,856	21,620	15,763	12,214	9,926	10,130	11,394	13,136

Figura 2. 24 - Aspectos relevantes do cenário atual de vazões

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Pode ser constatado que, no referente período, todas as médias anuais foram inferiores à média das médias anuais, sendo que o valor extremo inferior foi alcançado ao final de uma sequência decrescente de médias anuais. Este fato foi determinante para a definição do valor da vazão regularizada com 100% de permanência. Se observada a série de vazões utilizadas no estudo realizado pela Geohidro em 1996 é possível comparar os comportamentos dos anos mais críticos. A **Figura 2. 25** relaciona os valores utilizados.

Série de vazões utilizadas para alimentar o modelo Casacata em estudo realizado em 1996

Ano	Mês												Médias
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anuais
1956	2,330	2,430	2,800	14,000	41,000	20,400	57,800	53,600	20,600	15,800	66,000	40,000	28,063
1957	23,200	6,100	39,200	55,300	46,900	45,800	36,000	23,600	11,800	5,400	3,110	2,670	24,923
1958	5,500	15,400	23,400	20,000	34,300	51,500	44,000	7,720	6,000	6,550	6,210	2,310	18,574
1959	2,760	2,100	2,720	1,850	11,400	16,700	42,000	17,200	7,130	2,150	1,700	1,570	9,107
1960	2,600	12,000	54,200	37,500	82,200	96,700	57,000	16,000	16,000	2,840	19,500	1,820	33,197
1961	1,570	3,240	3,980	25,200	4,450	26,900	10,800	16,400	2,660	2,480	2,730	1,900	8,526
1962	1,780	1,140	4,560	2,910	12,500	18,500	27,600	7,390	2,880	1,800	24,000	1,980	8,920
1963	1,300	32,400	2,550	3,430	64,300	17,800	19,700	5,050	2,530	1,900	2,570	28,500	15,169
1964	37,300	12,600	49,900	85,300	94,200	52,900	53,400	65,100	19,100	19,700	23,400	21,400	44,525
1965	8,560	5,070	4,100	15,500	7,510	28,900	13,300	16,600	6,220	7,310	6,060	4,060	10,266
1966	1,880	3,270	4,600	29,900	38,300	36,800	42,200	22,000	17,800	18,500	15,700	30,500	21,788
1967	5,430	5,730	6,010	29,700	58,500	42,400	36,900	11,400	31,700	8,400	32,000	14,000	23,514
1968	9,020	62,200	55,600	34,500	85,300	82,400	33,100	11,900	11,600	7,920	15,500	34,800	36,987
1969	5,630	21,900	39,200	46,300	70,900	58,100	42,400	20,300	8,070	5,230	4,230	31,500	29,480
1970	21,300	5,500	6,420	5,150	5,360	6,260	15,000	25,700	4,700	4,770	17,700	3,240	10,092
1971	2,600	2,380	2,520	14,600	52,500	47,500	59,100	20,500	26,500	8,660	6,200	4,130	20,599
1972	5,120	3,550	3,020	5,660	45,900	37,600	14,500	14,600	7,100	5,880	3,250	2,080	12,355
1973	1,980	1,330	3,220	8,290	38,700	76,200	46,500	15,800	40,100	49,900	25,500	2,400	25,827
1974	8,210	17,200	15,300	19,200	90,600	56,900	42,000	18,200	12,800	9,370	22,700	10,200	26,890
1975	4,795	7,818	7,492	45,403	73,238	50,046	57,406	49,129	48,907	9,116	6,263	10,394	30,834
1976	4,285	8,366	4,928	6,060	9,224	6,875	5,979	5,709	4,088	35,246	3,877	8,442	8,590
1977	3,592	7,158	3,939	16,188	50,010	44,450	19,027	5,191	4,233	45,366	7,463	15,471	18,507
1978	17,549	7,702	10,566	21,507	58,655	26,017	29,362	23,483	8,449	6,587	9,804	11,172	19,238
1979	8,616	5,339	7,203	6,788	22,198	29,259	25,836	5,236	5,114	3,092	2,659	2,497	10,320
1980	5,086	13,520	8,538	3,952	5,308	9,623	7,369	5,164	7,068	5,119	21,719	4,376	8,070
1981	3,498	3,360	24,328	36,672	10,338	10,694	35,166	6,425	4,531	3,656	3,678	3,124	12,123
1982	2,283	2,071	1,751	20,965	25,915	67,663	14,249	6,392	36,700	33,768	4,901	2,904	18,297
1983	4,798	6,618	3,506	9,637	3,546	4,820	5,310	14,225	4,893	4,700	5,152	2,993	5,850
1984	2,376	1,829	4,669	53,502	30,703	15,695	9,885	10,983	21,837	4,146	4,419	3,317	13,613
1985	3,980	2,253	4,351	39,205	72,903	44,525	68,663	54,001	17,709	16,297	13,040	13,690	29,218
1986	16,150	13,175	18,823	46,448	21,074	39,283	30,475	15,541	22,208	15,415	54,884	13,690	25,597
1987	11,991	10,038	10,313	14,718	25,902	44,448	37,010	19,470	10,675	7,968	8,027	8,128	17,391
1988	17,548	7,270	15,415	22,451	34,408	51,707	53,534	27,987	13,961	10,330	10,663	54,357	26,636
1989	8,933	7,813	11,711	50,907	36,580	81,934	71,846	50,560	30,337	17,466	22,052	84,041	39,515
1990	19,399	12,323	10,796	10,113	10,785	20,790	14,866	13,792	12,155	17,190	12,820	18,491	14,460
1991	9,697	8,575	7,410	11,410	18,268	38,693	22,520	17,078	14,406	7,747	7,078	6,207	14,091
1992	5,947	22,290	10,607	6,976	5,555	9,350	21,283	12,097	7,712	5,219	4,399	5,640	9,756
1993	3,793	3,186	2,920	2,896	5,885	11,077	4,322	17,284	4,689	9,282	3,603	2,838	5,981
1994	2,368	2,424	2,982	31,382	21,445	32,372	60,787	10,692	10,507	11,285	3,932	3,050	16,102
Médias	7,814	9,453	12,706	23,371	36,584	37,425	33,031	19,474	13,986	11,630	13,038	13,176	19,307

Figura 2. 25 - Vazões representativas do período estudado em 1996

Fonte: GEOHIDRO (1996)

Pode ser constatado que também aparecem vazões médias anuais da ordem de 5,0 m³/s, todavia, em nenhuma ocasião são observadas sequências como as que aparecem nos valores estimados para períodos mais recentes.

Alterações efetuadas no ambiente físico e aspectos relativos ao clima no todo da bacia configuram entre os fatores que podem levar a uma diminuição da oferta natural nos cursos de água e que recomendam a utilização de valores mais conservadores e permanente medição dos elementos relativos ao reservatório que possam permitir avaliações mais precisas no futuro, tais como vazões afluentes ao reservatório, nível de água, saídas para atender consumo, liberações para jusante estas com frequência diária de observação e levantamentos relativos à geometria do reservatório.

2.2.4 Análise dos Cenários Propostos e Considerações relevantes para Santa Helena

Analisando-se os dados disponíveis referentes a este reservatório, foi observado que as informações que relacionam altura do nível de água com volume armazenado e área da superfície líquida exposta variam segundo a fonte de informação e ainda apresentam certa inconsistência entre valores estimados. A definição das curvas Cota x Área e Cota x Volume empregadas neste estudo foram obtidas a partir de procedimentos

clássicos considerando os valores das áreas do espelho d'água estimadas pelas curvas de nível encontradas em levantamentos topográficos da área.

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

Atualmente a captação de água neste reservatório se faz até a cota 17,0 m aproveitando uma quantidade limitada das reservas estocadas. Existe uma alternativa de exploração deste manancial que proporcionaria a exploração do reservatório até a cota 10,0 m. Por conta disto, as simulações efetuadas consideraram estas duas hipóteses de exploração.

Os valores de volume correspondentes aos níveis operacionais, de interesse para a definição do potencial hidrológico do reservatório da barragem de Santa Helena, são os estabelecidos neste estudo após análise dos dados disponíveis nas diversas fontes consultadas, indicados no **Quadro 2. 24**.

Quadro 2. 24 - Volumes correspondentes aos níveis operacionais dos reservatórios

RESERVATÓRIO	RIO BARRADO	COTAS OPERACIONAIS (m)		VOLUMES (m³)			% DO VOLUME TOTAL	
		MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL	ÚTIL	MORTO	UTIL	MORTO
Santa Helena	Jacuípe	20,0	17,0 m	222.633.857	84.072.319	138.561537	37,8	62,2
		20,0	10,0 m	222.633.857	193.175.007	29.458.850	86,8	13,2

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Foram calculadas as vazões regularizadas com 100%, 95% e 90% de permanência tanto para a hipótese em com o nível mínimo operacional na cota 17,0 m assim como na cota 10,0 m**.** Efetuadas as simulações, obteve-se os valores de vazão global regularizada (incluindo os diversos usos e liberação para jusante) indicados no **Quadro 2. 25**, para cada nível de permanência analisado.

Quadro 2. 25 - Vazões regularizadas em Santa Helena para cenários mais recentes

RESERVATÓRIO	NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL	VAZÃO REGULARIZADA (m³/s)			VAZÃO À JUSANTE (m³/s)	
		100% PERM	95% PERM	90% PERM	NORMAL	ESCASSEZ
Santa Helena	17,0 m	4,045	5,642	6,640	1,992*	0,498*
	10,0 m	6,596	8,358	9,960		

* Valores calculados para a cota 10,00 m, admitida como a capacidade de regularização do reservatório.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A título de comparação, são apresentados no **Quadro 2. 26** a seguir os valores da vazão regularizada com 100% de permanência para o nível operacional na cota 17,0 m estimados neste estudo, nos *Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe*, realizado em 1996 para fins de reconstrução da barragem, e no Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMS - PDAA/98 (EMBASA, 1998).

Quadro 2. 26 - Vazão regularizada com 100% de permanência em Santa Helena estimada em estudos distintos

ESTUDO	VAZÃO REGULARIZADA (100% DE PERMANÊNCIA) NÍVEL OPERACIONAL NA COTA 17,0 M
Este plano	4,045 m³/s
Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe (1996)	6,532 m³/s
Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMS (1998)	7,900 m³/s

Fontes: referidas na coluna ESTUDO

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

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

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

Cabe destacar que os valores das vazões regularizadas estimadas são globais. Objetivando uma visão mais completa da capacidade do reservatório, também foi criado um cenário de funcionamento do reservatório com as seguintes características específicas para a situação de Santa Helena:

- Foi deduzida, das vazões afluentes ao reservatório, a soma das demandas para irrigação e dessedentação animal (0,140 m³/s), estimadas na Revisão do Balanço Hídrico do Plano Estadual de Recursos Hídricos, para a unidade de balanço onde se encontra o reservatório;
- Foi separado da vazão de atendimento ao abastecimento humano, o valor da vazão de restituição a ser liberada para jusante;
- A vazão liberada para jusante foi considerada igual a 20% da vazão regularizada com 90% de permanência, nos mês em que o nível de água do reservatório se encontrava acima da cota que limita a condição de escassez (18,5 m quando o mínimo operacional for 17,0m e 15,0 m, quando o mínimo operacional for 10,0 m) e igual a 5% do mesmo referencial, quando inferior a este mesmo nível; ainda para o nível de água no reservatório abaixo do nível que identifica escassez, o atendimento para o abastecimento humano seria reduzido para 80% do valor utilizado em condições normais.

Sob estas condições o balanço efetuado resultou no comportamento indicado no **Quadro 2. 27**, para cada situação relativa ao nível operacional, sendo que em todos os casos foi liberada vazão à jusante e atendida a demanda para abastecimento humano 100% do tempo, dentro dos critérios estabelecidos.

Quadro 2. 27 - Resultados da simulação para o cenário estabelecido

RESERVATÓRIO	NIVEL OPERACIONAL (m)		TEMPO DO NIVEL DE ESCASSEZ		VAZÃO DE ABASTECIMENTO HUMANO (m³/s)		VAZÃO DE LIBERAÇÃO PARA JUSANTE (m³/s)	
	MÍNIMO (NM)	DE ESCASSEZ (NE)	% ACIMA	% ABAIXO	ACIMA DO NE	ABAIXO DO NE	ACIMA DO NE	ABAIXO DO NE
Santa Helena	17,0	18,5	90,4	9,6	3,256	2,605	1,992	0,498
	10,0	15,0	86,7	13,3	5,829	4,663		

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Uma comparação interessante pode ser feita entre os resultados obtidos nas simulações anteriores, onde as retiradas não se modificam em função do nível do reservatório (**Quadro 2. 25**), e neste último cenário (**Quadro 2. 27**), onde esta alternativa operacional é considerada. Na primeira situação, as vazões com 100% de permanência são de 4,045 m³/s e 6,596 m³/s para os níveis operacionais mínimos de 17,0 m e 10,0 m, respectivamente. Com a alteração do critério operacional que estabelece vazões diferentes, tanto para o abastecimento quanto liberada a jusante em função do nível do reservatório, a soma da vazão de abastecimento com a de jusante (5,248 m³/s e 7,821 m³/s), para os dois níveis mínimos operacionais, supera os referenciais anteriormente citados. Isto é possível uma vez que, atingido o nível de escassez, a soma dos valores retirados (3,103 m³/s e 5,161 m³/s) considerando os dois níveis mínimos operacionais é inferior aos que são praticados no outro critério.

Esta comparação mostra que os valores obtidos como vazão global regularizada com 100%, 95% e 90% de permanência são referenciais que devem ser considerados no planejamento do sistema, mas devem ser considerados como um ponto de partida para o planejamento operacional. Regras de manejo dos reservatórios, que levem em conta critérios de liberação em função do nível de água armazenado, unidas à gestão da demanda devem proporcionar a otimização operacional do sistema.

2.3 RESERVATÓRIO DE PEDRA DO CAVALO

A Barragem de Pedra do Cavalo foi construída sobre o rio Paraguaçu nas proximidades das cidades vizinhas de Cachoeira e São Felix e atende a múltiplas finalidades além do abastecimento de várias cidades da RMS.

Sua localização proporciona que o lago criado se desenvolva em dois sentidos, um deles na direção do próprio Paraguaçu e outro promove a inundação do trecho final do rio Jacuípe, sendo que a foz deste ficou submersa. O Jacuípe, afluente do Paraguaçu e homônimo do rio existente na RGPA do Recôncavo Norte, é o principal afluente em extensão do Paraguaçu, nascendo na região de Morro do Chapéu, na Chapada Diamantina e se desenvolve de oeste para leste ao longo do trecho norte da bacia do Paraguaçu.

É significativo apontar que além do abastecimento das cidades vizinhas e de muitas existentes na RMS, o controle de cheias e a geração de energia são dois outros usos relevantes associados a este barramento e interesses, potencialmente conflitantes entre os diversos usuários, demandam uma eficiente operação do reservatório.

Nesta etapa do trabalho, os estudos efetuados têm como objetivo avaliar a disponibilidade global regularizada pelo reservatório sobre a luz dos cenários mais recentes. Para tanto, foram utilizados procedimentos que, no seu contexto global, são semelhantes aos empregados na análise do reservatório de Santa Helena, com os devidos ajustes requeridos em função de particularidades associadas à disponibilidade de dados. Eventuais demandas de avaliação relacionadas à otimização do sistema e com finalidade associada aos objetivos deste plano, serão efetuadas em momento mais oportuno, caso sejam necessárias.

2.3.1 Dados fluviométricos disponíveis

O **Quadro 2. 28** apresenta as informações relativas a estas três estações segundo dados obtidos junto a ANA.

Quadro 2. 28 - Estações Fluviométricas mais representativas para Pedra do Cavalo

CÓDIGO	RIO	NOME DA ESTAÇÃO	AREA DA BACIA (km²)	OPERADORA	COORDENADAS		OPERAÇÃO	
					LAT	LONG	INICIO	FIM
51490000	Paraguaçu	Pedra do Cavalo	53.866	ANA	-12:36:00	-38:59:00	jan/64	dez/78
51350000	Paraguaçu	Argoim	37.245	ANA	-12:35:08	-39:31:20	jan/50	jan/14
51460000	Jacuípe	Ponte Rio Branco	10.560	ANA	-12:13:59	-39:02:46	nov/29	jan/14

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

A estação fluviométrica cujo nome é Pedra do Cavalo foi a que serviu de base para os estudos relativos ao projeto da barragem, situada no rio Paraguaçu. Seus dados são disponíveis para período anterior à obra. Duas outras estações se destacam quanto ao potencial de uso de suas informações com finalidade de se avaliar a alimentação do referido reservatório. São elas a de Argoim, existente no Paraguaçu nas proximidades da ponte da BR-116, que cruza este rio, no município baiano de Rafael Jambeiro. A outra estação é designada por Ponte Rio Branca e se localiza no afluente Jacuípe. Ambas as estações estão à montante e não muito afastadas dos dois eixos que caracterizam a geometria do reservatório da de Pedra do Cavalo.

Vale ressaltar que o banco de dados da ANA (Hidroweb), por motivos desconhecidos, disponibilizam atualmente os dados da estação 51490000 (Pedra do Cavalo) para o período apontado no quadro anterior. Consultando o documento "Avaliação dos efeitos da Barragem Pedra do Cavalo sobre a circulação estuarina do rio Paraguaçu e Baía do Iguape" de Genz (2006), foi possível ter acesso a uma série mais extensa (janeiro de 1930 a dezembro de 1975) de valores mensais de vazão média do Paraguaçu, relativas a esta estação. Esta série mais longa foi, inclusive, a utilizada no projeto da barragem, segundo a referida publicação. Os valores apresentados naquele documento e os disponibilizados no banco de dados da ANA são compatíveis.

2.3.2 Caracterização da bacia

A bacia do rio Paraguaçu é uma das maiores do estado e se constitui sozinha numa RPGA. Possui terrenos desde a Chapada Diamantina até a Baía de Todos os Santos. É composta por uma diversidade muito grande tanto de ambientes físicos como de regimes pluviométricos. Sua porção mais a oeste é formada nos terrenos altos da Chapada, ficando sua nascente no município de Barra da Estiva. Há neste setor um predomínio de terrenos cuja geologia é formada de rochas metassedimentares, extremamente faturadas, havendo, no Alto Paraguaçu, depósitos de material não consolidado que proporcionam uma situação fisiográfica bem particular. Nesta porção da bacia, o regime de chuvas não chega a ser abundante, mas apresenta médias mensais superiores aos seus vizinhos mais a leste e em terrenos mais baixos. Ainda na Chapada, mas em setores mais a norte, diversos cursos de água se integram para formar o rio Santo Antônio, principal contribuinte do Paraguaçu no seu trecho alto. Aí também os setores mais altos apresentam rochas metassedimentares e as áreas mais baixas, muitas vezes, são formadas por geologia de rochas calcárias com parte deles apresentando estruturas subterrâneas formadas a partir da diluição destas rochas pela água. No seu trecho médio, os terrenos são basicamente de rochas cristalinas, superposta por solos rasos alimentados por regime de chuvas caracterizado pela irregularidade interanual e médias mensais muito baixas na maioria dos meses do ano.

Com estas características, o trecho médio do Paraguaçu é formado por alguns cursos intermitentes e muitos outros com regime efêmero de vazões. Este quadro proporciona uma vasta região com grandes dificuldades

de garantir recursos hídricos para o conjunto de suas demandas. Mesmo com estas características, esta região possui elevado significado para as contribuições que aportam ao reservatório de Pedra do Cavalo. Isto decorre da sua grande extensão territorial, da relativa facilidade para produzir escoamento direto nas oportunidades em que ocorrem as chuvas mais expressivas e da alta intensidade destas precipitações que ocorrem no verão mesmo que concentradas em poucos dias do período.

Por um longo trecho e ao norte, a bacia do rio Jacuípe se desenvolve com fluxo quase que seguindo a mesma direção preferencial do Paraguaçu (de oeste para leste). Seus terrenos são quase que exclusivamente formados a partir de rochas cristalinas e muito semelhantes ao que pode ser observado no médio Paraguaçu, possuindo ainda regime pluviométrico ainda mais rigoroso e severo. Com bacia bem mais modesta, a produção e escoamento é muito mais modesta na contribuição para Pedra do Cavalo, mas de alto significado para a região onde se desenvolve.

O baixo Paraguaçu pela sua proximidade do litoral é alimentado por chuvas mais generosas na sua quantidade, na distribuição ao longo do ano e na regularidade. Ainda que em ambiente de rochas cristalinas, mas com solos mais profundos e melhores alimentados pelas chuvas, apresenta afluentes modestos em extensão e vazões que por eles escoam, mas geralmente possuem perenidade no regime de vazões. Este trecho fica à jusante de Pedra do Cavalo.

Para caracterizar o clima da bacia nas imediações da barragem de Pedra do Cavalo são apresentados dados pluviométricos mensais da estação Usina Bananeiras, código 01239004 (coordenadas -12:33:00 e -39:5:00), localizado no município de Conceição da Feira e da estação São Félix (código 01238025, coordenadas -12:38:00 e -38:59:00), este último existente em cidade homônima, imediatamente à jusante da barragem e vizinha a cidade de Cachoeira, ambas beneficiadas pelo controle de cheias que esta lhes proporciona, além de suprir seus sistemas de abastecimento de água.

Quadro 2. 29 - Estações Pluviométricas de interesse na região da Barragem de Pedra do Cavalo

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	RESPONSÁVEL / OPERADORA	ALTITUDE (m)	COORDENADAS		OPERAÇÃO	
					LAT	LONG	INICIO	FIM
01239004	Usina Bananeiras	Conceição da Feira	SUDENE	200	12:33:00	-39:5:00	1927	1974
01238025	São Félix	São Félix	DNOCS	230	-12:38:00	-38:59:00	1945	1991

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

A Usina Bananeiras foi inundada com a criação do lago. O **Quadro 2. 30** e o **Quadro 2. 31** apresentam as informações mensais e anuais das precipitações (em mm) relativas às estações de Usina Bananeiras e São Felix, respectivamente.

Como pode ser observado, não estão disponíveis no banco de dados da ANA, informações pluviométricas mais recentes. Isto não ocorre apenas na estação de São Felix, mas em todas aquelas existentes no entorno de Pedra do Cavalo.

No que se refere ao potencial de evapotranspiração na região do lago de Pedra do Cavalo, foram calculados por Hargreaves os valores da ETP segundo metodologia já descrita anteriormente. Da mesma forma, os elementos do balanço hídrico climatológico foram determinados para as coordenadas referentes à estação pluviométrica de Usina Bananeiras (coordenadas -12:33:00 e -39:05:00), que encontra-se numa altitude de 200 m, conforme **Quadro 2. 29** . Os valores encontrados da temperatura média (das Médias, das Máximas e das Mínimas), da Evapotranspiração Potencial (Hargreaves) e do Balanço Hídrico Climatológico (Thornthwaite - Mather) para esta estação são apresentados no **Quadro 2. 32** e **Quadro 2. 33** e nas **Figura 2. 26** e **Figura 2. 27**.

Quadro 2. 30 - Dados mensais de precipitação (em mm) em Usina Bananeiras (01239004) – Dados brutos sem consistência

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
1927								24	67,3	7,4	42,8	242,8	
1928	118,9	64	56,8	55,8	70,5	29,3	68,9	121,1	45,2	47,4	81,8	80,3	**840,00**
1929	0	137,2	3,9	187,1	162,8	125	136,7	150,4	57	13,6	9	117,6	**1.100,30**
1930	25,8	68	185	150	182,2	85,2	106	23,2	88,5	50,9	93,5	75,6	**1.133,90**
1931	2,3	13,9	1,7	33,1	116,2	32,5	120,8	118,5	65,1	47,1	81,7	25,7	**658,60**
1932	98,4	19	69,8	36,6	58,3	0	257,5	82,4	39	52,5	27,4	53,6	**794,50**
1933	0	17,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**17,40**
1934	0	0	62,8	0	131,4	0	129,3	47,9	126,2		24,8	76,1	
1935	129,1	84,6	101,1	73,5	109,8			61	61	31,4	108,5	54,3	
1936	110	128,4	113,2	0	0	0		0	16,2	39,4	88,5	1,3	
1937	111,8	59	47,4	95	0	120	111,5	48,7	33,8	19,8	32,8	11,2	**691,00**
1938	67,9	59,1	96,5	86,5	268,5	76	167,5	54,9	18,7	94,6	49	0	**1.039,20**
1939	103,8	66,7	16,2	215,2	81,6	74,1	53,7	143,8	49,2	101,8	15,1	68,5	**989,70**
1940	73,1	132,8	98,5	62	30	20,1	65,1	55,7	73,6	45	45	59,8	**760,70**
1941	58,2	0	0,3	0	11,5	0	0	86,7	48,8	26,3	45,3	84	**361,10**
1942	236	244	13,4	94,4	148,3	156	153,3	103,4	86,7	79	153,8	69,3	**1.537,60**
1943	9,7	37,8	84	0	243,1	81	174,2	23,7	119,1	9,4	81,1	45,2	**908,30**
1944	85,2	6,7	0	0	0	50,6	173,5	86	55,5	0	0	0	**457,50**
1945	52,4	42,5	4,9	192,1	121	150,2	112,6	87	121,5	80	185,2	21,2	**1.170,60**
1946	48,7	40,7	64,8	165,8	61,2	103,8	98,4	79,5	95,7	12,6	35,5	41,9	**848,60**
1947	86,3	15,7	37,7	148,1	64	87,1	102,4	54,7	21,7	67,4	223,9	101,1	**1.010,10**
1948	33,9	0	75,6	94,5	88,4	198,5	102,4	70,4	29,9	40,9	152,2	227,5	**1.114,20**
1949	5,5	24,1	25,7	99,3	56,6	82,7	63,3	53,1	46,3	12,7	267,1	43,8	**780,20**
1950	31,6	16,8	23,1	54,1	94,3	52,9	102,6	38,4	20,2	17,9	119,8	21,3	**593,00**
1951	8,3	8,5	89,7	119,7	109,9	208,1	114,1	36,2	31,3	8,4	1,5	183,7	**919,40**
1952	0	0	118,7	67,2	302	99,4	139,7	89,8	11,2	28,9	4,4	464,3	**1.325,60**
1953	25,3	4	83,3	92,1	181,1	73,7	163,9	59,5	71,1	22,6	235,5	205,4	**1.217,50**
1954	31,3	88,1	141,7	113,3	143,2	63	147,1	157,1	7,1	0			
1955	68,8	194,1	40,7	151,1	64,3	356,6		127,8	44	12,7	263,3	29,2	
1956	7,4	0	0	0	0	0	188,9	252,8	51,5	149,6	466,7	250,3	**1.367,20**
1957	302,4	213,6	466,9	56,3	204,3	201,6	276,5	85,4	4,4	117,4	108,9	18,4	**2.056,10**
1958	72,7	203,1	108,9	119,7	163,8	184,9	169,7	77,6	80,4	91,3	64,9	42,8	**1.379,80**
1959	73,8	40,3	73	65,6	174,2	89	173,3	110,6	55	21,2	103,2	5	**984,20**
1960	251,8	0	26,3	65,2	17,6	0	0	0	43,5	28	127,2	7,2	**566,80**
1961	30,7	4,2	54,9	0	12,7	0	52	77,6	0	39,8	5,2	54,5	**331,60**
1962	0	13,4	53,6	0	102,4	145,8	54	5,2	23,8	28,7	111,6	19,7	**558,20**
1963	1,8	6,8	24	0	67,2	34,8	89,2	65,4	25,7	12,3	95	268,2	**690,40**
1964	249,3	70,8	98,5	68,8	189,1	63,5	124,3	391	70,2	86,1	96	127,9	**1.635,50**
1965	41,5	51	11,7	203	87,8			37,4	41,8	22,9			
1966							0	0	64	19,2	144,4	213,9	
1967													
1968	82,2	137							22,6	110,8	191,4	32,4	
1969	154,6	39,6	247,7	18,5	140,8	73,6	92,8	50	30	17,4	37	141	**1.043,00**
1970	83	50,2	45	66	44	19,4	140,4	45	15,6	17,6	101,8	0	**628,00**
1971	20	38,6	22,8	41,8						9,6	88,4	49	
1972	48	0											
1973										144,4	53,6	23,6	
1974	66,2	24,6	30,4	167,2									
Médias (1927 a 1974)	**70,63**	**56,05**	**69,53**	**77,59**	**102,60**	**82,59**	**114,21**	**78,16**	**48,36**	**42,86**	**99,16**	**85,08**	**926,76**

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

Quadro 2. 31 - Dados mensais de precipitação (em mm) em São Félix (01238025) – Dados brutos sem consistência

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
1945										8,5	56	30	
1946	63,1	42,8	27,6	156	96	128	131	114	86	23	19	55	**941,50**
1947	111,2	43	47	236	141	78	205,6	78,6	66	94,4	253,6	4	**1.358,40**
1948	79,5	0	81,5	204	103,5	213	177,5	165	88	76	38	116	**1.342,00**
1949	14	8	24	226,7	47	181	90	121,5	76	29	192	32	**1.041,20**
1950	33	63	110	136,1	149,7	83,6	198,8	156,4	15,1	44,6	73,9	63,1	**1.127,30**
1951	22,1	26,5	37,1	219,5	164,4	157,5	99,7	49,4	61,4	29,2	10,5	130,8	**1.008,10**
1952	4,5	0	69,2	37,8	306,8	66,5	40	114,2	17,1	44,4	2,5	250,6	**953,60**
1953	9,5	29,3	144,5	54,4	183,1	69,8	128,7	79,4	98,7	28,2	99,3	118	**1.042,90**
1954	38,8	71,2	20,2	44,9	51	72,8	98,7	98,4	11,1	0	87,1	191,9	**786,10**
1955	94,5	144,8	18,6	119,3	14,5	112,2	156,2	91,7	47,6	0	90,8	39,5	**929,70**
1956	0	26	95,8	67,8	74,3	26	201,4	146,6	48,9	73	269	51,5	**1.080,30**
1957	52,2	40,2	76,4	111,5	76,1	87,3	72,8	109,1	6,8	9	38	0	**679,40**
1958	46	45,4	58	135	126	242	145	31	71	50,4	25,2	18	**993,00**
1959	88	5,4	53	77,6	148,6	148,4	75,2	120,5	20,6	45	76	16	**874,30**
1960	198,2	95,6	358,2	0	250,6	220,8	219,5	176,1	63,7	90	145,9	6,2	**1.824,80**
1961	59,5	1,1	97,6	82,3	98,4	296	93,5	84,4	6,2	56,6	10,7	17,4	**903,70**
1962	61,2	16,8	153,1	99,3	179,1	209,1	104,9	125,7	22,9	79,6	108,9	17,7	**1.178,30**
1963	0	112	41,6	113,1	131,3	69,1	143,1	110,3	43,9	12	48,5		
1964			97,7	322,6	364,2	125,1	291,5	248	79,7	102,8			
1965	29,4	37,2	11,3	98									
1966	18,2	46,6	207,4										
1967				243,3	91,4	15,5					25,8	246,4	
1968	124,5	157,4	214,7	104,9	124,8	291	112	59	69,1	81	125,4	76,3	**1.540,10**
1969	79	54,8	195,8	76,5	295,8	101,7	84,4	69,9	15,5	22,6	1,2	250	**1.247,20**
1970	107,7	91,6	86,3	108	141,8	53,4	234,2	100,7	29,3	12,3	340,1	4,4	**1.309,80**
1971	72,1	63,9	27,4	328	230,7	138,2	129,7	168,1	75,7	62,1	25,1	23,1	**1.344,10**
1972	73,9	28,6	43,3	57,8	214	132,1	85	69,4	117,7	98,2	27,8	85,5	**1.033,30**
1973	26	14,8	117,6	109	242,7	198,1	127,6	95,8	215,8	144,4	119,7	55,9	**1.467,40**
1974	56,9	169,2	104,3	232,4	257,7	141,1	110,1	72	115,6	84	113,1	66,4	**1.522,80**
1975	86,5	26,5	74,6	301,1	181,8	109,4	250,1	150,5	175,2	84,6	26,4	75,9	**1.542,60**
1976	19,2	152,9	71,1	88,9	72,9	59,8	82,5	66,7	42,9	120,1	78,3	7	**862,30**
1977	145,4	139,9	20,5	107,1	152,4	168,5	86	42,4	211,4	116,8	46,8	116,4	**1.353,60**
1978	108,1	65,9	130,8	114,1	172,5	225	35,9	0	0	0	0		
1979			5,1	36	103,7	235,1	72,5	82,1	28,3	7,6	60,2	59	
1980	240,5	224,1	46,8	46,1	106	86,3	118,9	112,2	63,6	53,4	34,7	18,3	**1.150,90**
1981	37	38,1	230,7	80	80,6	158	103	77,2	13,4	5,2	24,7	80,6	**928,50**
1982	3,9	89	0	176,5	303,9	219,4	177,6	71,8	136,5	98,9	0	15	**1.292,50**
1983	28,2	95,9	78,7	111	64	111,2	40,5	67,2	28,6	130,1	51	9,7	**816,10**
1984	18,1	43,6	82,9	332,1	117,9	83,3	176,6	59,3	82,8	49,8	151,8	52,3	**1.250,50**
1985	78,3	95,6	25,1	181,7	184,1	114,2	380,9	196,5	94,5	48	337,4	227,1	**1.963,40**
1986	0	18,6	73,4	178,3	93,8	161,2	114,7	82,3	128,1	158,6	73,6	52,6	**1.135,20**
1987	0	74,2	153,2	67,7	156,4	183,2	25,3	66,6	31,5	0	25,3	0	**783,40**
1988	36,3	50,9	66,7	285,6	112,2	223,6	176,1	95	47,2	0	45,4	140,8	**1.279,80**
1989	39,2	60	173,1	194,5	426,8	42,6	82,8	43,2	0	103,5	114,8	700,2	**1.980,70**
1990	20,2	72,3	34,2	32,2	106,4	33,8	36,1	27,2	25	85,4	96,6	49,4	**618,80**
1991	0	0	40,8	32,4	164,2	194,3	70,8	114,8					
Médias (1945 a 1991)	**56,37**	**62,39**	**87,26**	**137,05**	**156,91**	**137,87**	**129,92**	**97,91**	**63,77**	**57,26**	**83,49**	**87,07**	**1.170,73**

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

Quadro 2. 32 - Temperatura média e Evapotranspiração Potencial em Usina Bananeiras

Meses	T*	T_{max}	T_{min}	J	dr	δ_s	ws	R_a	Et_o mm/dia	Et_o mm/mês
Jan	21,9	25,8	32,0	15	1,0	-0,4	1,7	16,4	5,2	162,0
Fev	21,6	25,8	31,9	45	1,0	-0,2	1,6	16,2	5,2	145,4
Mar	21,8	25,5	31,4	76	1,0	0,0	1,6	15,3	4,7	145,7
Abr	21,4	25,0	29,7	106	1,0	0,2	1,5	13,7	3,9	116,9
Mai	20,3	23,7	28,2	136	1,0	0,3	1,5	12,1	3,2	101,1
Jun	19,4	22,6	27,0	167	1,0	0,4	1,5	11,3	2,9	87,3
Jul	18,4	22,5	26,4	197	1,0	0,4	1,5	11,8	3,1	95,4
Ago	16,2	22,0	26,8	228	1,0	0,2	1,5	13,2	3,9	120,3
Set	18,9	23,1	28,5	258	1,0	0,0	1,6	14,8	4,3	128,0
Out	20,6	24,6	30,9	288	1,0	-0,2	1,6	15,9	4,9	152,1
Nov	20,7	24,8	30,6	319	1,0	-0,3	1,7	16,3	5,0	150,2
Dez	21,2	25,1	31,1	349	1,0	-0,4	1,7	16,4	5,1	158,2
Anual	**20,5**	**24,2**	**29,8**							**1.562,7**

LEGENDA:
Tmed (°C): Temperatura média
Tmax (°C): Temperatura máxima
Tmin (°C): Temperatura mínima
J (dias): Número do dia do ano acumulado
dr (rad): Distância relativa terra-sol
δs (rad): Declinação solar
ws (rad): ângulo horário do pôr do sol
Ra (mm/dia): radiação no topo da atmosfera
ETP (mm/dia): Evapotranspiração Potencial
HARGREAVE (mm/mês): Evapotranspiração de referência

Fonte: GEOHIDRO, 2014; *HIDROWEB

Quadro 2. 33 - Balanço Hídrico Climatológico em Usina Bananeiras (em mm)

Meses	P	ETP	P-ETP	NEG . AC	ARM	VAR	ETR	DEF	EXC
Jan	70,6	162,0	-91,4	-606,5	0,2	-0,4	71,0	91,0	0,0
Fev	56,1	145,4	-89,4	-695,8	0,1	-0,1	56,2	89,3	0,0
Mar	69,5	145,7	-76,2	-772,0	0,0	-0,1	69,6	76,1	0,0
Abr	77,6	116,9	-39,3	-811,3	0,0	0,0	77,6	39,3	0,0
Mai	102,6	101,1	1,5	-421,6	1,5	1,5	101,1	0,0	0,0
Jun	82,6	87,3	-4,7	-426,3	1,4	-0,1	82,7	4,6	0,0
Jul	114,2	95,4	18,8	-159,8	20,2	18,8	95,4	0,0	0,0
Ago	78,2	120,3	-42,2	-202,0	13,3	-6,9	85,1	35,3	0,0
Set	48,4	128,0	-79,6	-281,6	6,0	-7,3	55,7	72,3	0,0
Out	42,9	152,1	-109,2	-390,8	2,0	-4,0	46,9	105,2	0,0
Nov	99,2	150,2	-51,1	-441,9	1,2	-0,8	100,0	50,3	0,0
Dez	85,1	158,2	-73,1	-515,0	0,6	-0,6	85,7	72,5	0,0
Anual	**926,8**	**1.562,7**					**926,8**	**635,9**	**0,0**

LEGENDA
P (mm): Precipitação Média Mensal
ETP (mm): Evapotranspiração Potencial Média Mensal
NEG.AC (mm): Negativo acumulado (Estresse hídrico (perda potencial); corresponde ao acumulado de P – ETP quando negativo)
ARM (mm)[2]: Armazenamento Útil de água no solo
VAR (mm): Variação do armazenamento útil de água no solo
ETR (mm): Evapotranspiração real (igual a ETP, se P $\geq$ ETP ou igual a P+|VAR|, se P < ETP)
DEF (mm): Deficiência Hídrica (equivalente a ETP – ETR)
EXC (mm): Excedente Hídrico em relação ao armazenamento máximo

Fonte: *Agencia Nacional de Água (dados de Precipitação) e GEOHIDRO, 2014 (cálculos)

[2] OBS.: entre o armazenamento útil e o estresse hídrico vale a seguinte relação: $ARM = ARM_{MAX} \cdot e^{\frac{NEG.AC}{ARM_{MAX}}}$

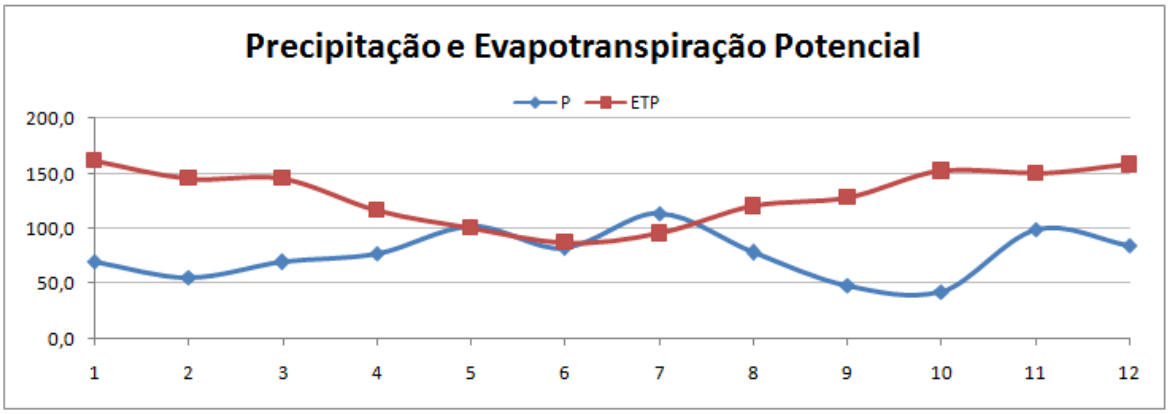


Figura 2. 26 - Precipitação e Evapotranspiração Potencial - Usina Bananeiras

Fonte: GEOHIDRO, 2014

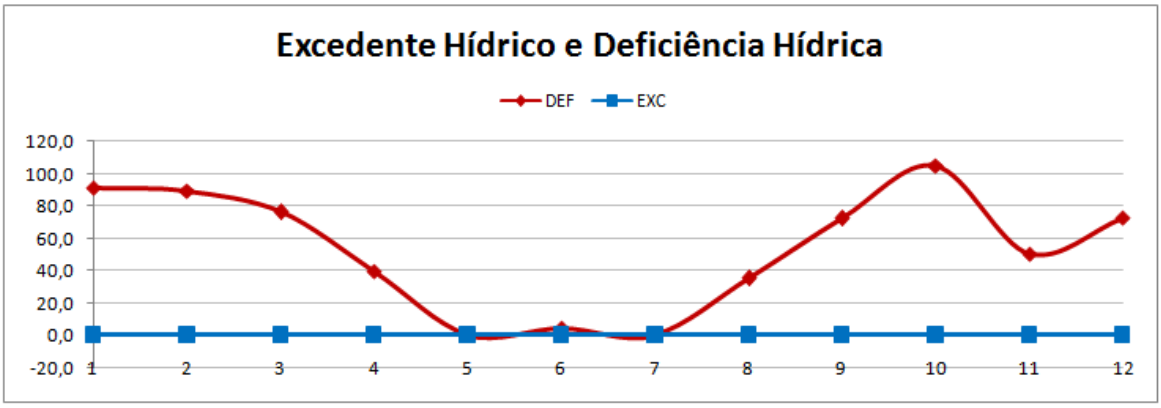


Figura 2. 27 - Excedente Hídrico e Deficiência Hídrica - Usina Bananeiras

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Segundo as diversas publicações oficiais, o reservatório de Pedra do Cavalo apresenta os seguintes níveis característicos:

- Coroamento..... cota 125,00 m
- Nível de água máximo maximorum..... cota 124,00 m
- Nível de água máximo normal..... cota120,00 m
- Nível de água mínimo normal..... cota 106,00 m

A usina de geração de energia possui suas tomadas de água com geratriz superior na cota 90,46 m (Serrano de Andrade, P. R. G.).

Em relação ao nível de água mínimo operacional, sabe-se que os limites atuais estão estabelecidos em função dos sistemas de captação da EMBASA.

No que se refere aos principais usos associados à operação do reservatório, além do abastecimento das cidades que exploram esse manancial, devem ser destacados, como já anteriormente citado, a geração de energia, explorada pela Votorantim Energia, e o controle de cheias.

Segundo o Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos do Operador Nacional do Sistema, entidade do setor elétrico que estabelece a operação dos reservatórios que geram energia elétrica no país, a compatibilização dos interesses entre estes usos deve seguir um conjunto de restrições de nível que podem ser resumidos da seguinte forma:

- Restrição 1: para o mês de novembro, quando, nas condições normais de regime de chuvas na bacia do Paraguaçu, inicia a transição entre estiagem e cheias, o nível máximo operacional deverá ser a

cota 119,0 m, buscando, desta forma, permitir a recuperação do nível de acumulação e ao mesmo tempo proporcionar um volume de espera para vazões de maior porte que já podem ocorrer neste período do ano;

- Restrição 2: entre os meses de dezembro e março, época em que devem ser esperadas as maiores cheias, o nível máximo de montante deve ser o da cota 114,5 m, proporcionando, desta forma maior segurança no controle de cheias;
- Restrição 3: para abril, início da transição do período úmido para o de estiagem na bacia, o nível máximo é o da cota 119,5 m, evidenciando a preocupação de formação de estoques para o abastecimento das cidades na convivência com os meses seguintes, onde a produção hídrica da bacia é bem mais restrita;
- Restrição 4: no período de janeiro a março, interrupção da geração de energia se o nível da água atingir a cota 113,0 m.
- Restrição 5: para evitar danos ao meio ambiente e conforme contrato de concessão com a ANEEL Nº 19/2002 deve-se manter uma vazão efluente mínima de 10 m³/s.
- Restrição 6:a vazão máxima para evitar danos a pessoas e patrimônios a jusante é de 1.500 m³/s.

De acordo com a EMBASA a cota 113,00 m, referida na Restrição 4, foi definida em caráter preliminar pela extinta Superintendência de Recursos Hídricos (SRH) visando assegurar o abastecimento humano e caberia ao permissionário efetuar simulações hidrológicas para possibilitar deliberação futura da SRH.

Posteriormente, os níveis de segurança para atendimento ao abastecimento humano foram definidos pela EMBASA e são: Nível de Segurança 1 (NS1) correspondendo a cota do reservatório em 110,00 metros; Nível de Segurança 2 (NS2) correspondendo a cota do reservatório igual a 109,00 metros; e Nível de Segurança 3 (NS3) correspondendo a cota do reservatório em 108,00 metros.

Portanto, apesar da existência da Restrição 4, o nível mínimo considerado atualmente pelo operador da barragem (Votorantim Energia) corresponde à cota 110,00 m, referido como Meta da EMBASA.

Em decorrência da severa estiagem vivida na bacia do Paraguaçu no ano de 2012, duas portarias do INEMA (2776 e 3268) reduziram, respectivamente, a vazão liberada para jusante aos valores de 6,0 m³/s e 3,0 m³/s, enquanto perdurassem as baixas contribuições que aportavam ao reservatório naquela oportunidade.

A bacia do Paraguaçu possui Comitê e atualmente o INEMA está elaborando o seu Plano de Bacia, que se encontra em fase de construção do diagnóstico. É muito provável que interesses diversos venham se manifestar acerca do uso das reservas de Pedra do Cavalo, uma vez que a região do médio Paraguaçu é composta basicamente por cursos de água com regime de vazões intermitente, quando não, efêmero, havendo grande carência de infraestrutura relacionada a recursos hídricos para atender aos consumos mais básicos, principalmente, da população rural.

Outra questão que vem assumindo importância cada vez maior diz respeito ao comportamento da qualidade das águas no trecho à jusante da barragem, principalmente no que se refere ao teor de sais nele encontrados. O problema decorre da diferença de comportamento dos parâmetros físico químicos da água em decorrência da entrada em operação da geração de energia.

Antes da entrada em operação da geração de energia, as vazões liberadas para jusante eram mais modestas. A alteração da operação por conta da geração de energia lançou maiores volumes de água doce para jusante, fazendo com que a qualidade das águas no trecho à jusante da barragem venha apresentando alterações quando comparada com o que se observava nos períodos em que a operação se dava por conta exclusiva dos interesses do abastecimento humano e do controle de cheias.

Naquela oportunidade o trecho apresentava maiores concentração de sais e proporcionava o extrativismo pesqueiro de espécies que se afastaram com a mudança dos critérios operacionais. Estudos têm sido realizados analisando o problema e propondo critérios de liberação para o trecho de jusante que leve em

conta este aspecto. O plano da bacia deverá tratar do assunto e é possível que novo conjunto de diretrizes operacionais seja proposto.

Alteração dos critérios operacionais, combinando restrições de nível e liberações à jusante, podem estabelecer novas relações entre vazão regularizada e respectiva permanência.

2.3.3 Avaliações Hidrológicas

A avaliação da disponibilidade proporcionada pelo reservatório à luz dos novos cenários observados a que tem sido submetido em período mais recente é o principal objetivo dos estudos hidrológicos nesta fase do plano, comparando os resultados obtidos com os que eram esperados pelos trabalhos realizados anteriormente à implantação da obra de barramento.

A condição ideal de alimentação dos procedimentos metodológicos empregados para atingir tal objetivo é atingida quando se dispõe dos dados básicos atualizados e este não é o caso no que se refere ao reservatório de Pedra do Cavalo. Isto pode ser constatado a partir das seguintes observações.

Na oportunidade em que foi desenvolvido o projeto da barragem de Pedra do Cavalo estava em operação a estação fluviométrica Usina Bananeiras existente no Paraguaçu em local muito próximo do eixo da barragem. Atualmente, esta estação não opera mais e existem duas estações já citadas anteriormente que estão operando em local muito próximo do lago, nos seus dois ramos existentes, a estação de Argoim, no próprio Paraguaçu e a da Ponte Rio Branco, no Jacuípe, que no seu trecho final também possui área inundada. A soma das áreas de contribuição destas duas estações é inferior à extensão total da bacia associada a Pedra do Cavalo, existindo ainda um trecho residual que corresponde a pequenos afluentes que lançam diretamente no lago ou mesmo setores que fazem lançamento direto. Como a extensão do lago é bastante significativa, esta diferença não é tão modesta assim em sua extensão. Todavia, em termos de contribuição de vazões para alimentação do reservatório, a soma dos aportes procedentes destas duas estações guarda uma proporção mais significativa. O grande problema referente a estas duas estações é a elevada quantidade de falhas existente nos anos mais recentes, principalmente na estação sobre o Jacuípe.

Outra deficiência em relação a dados atuais é relativa a informações pluviométricas atuais no banco de dados da ANA. No que se refere à distribuição espacial de estações existentes é possível se encontrar uma estação em Feira de Santana, outra em Argoim e ainda a existente em São Felix, cada uma delas em uma das extremidades do lago, o que pode ser considerada uma boa condição neste aspecto. Entretanto, a estação de Argoim (01239000), para os anos posteriores a 1980, possui dados somente até a 1991, com falha em quatro meses de 1983. Em Feira de Santana (01238028), a série, para o mesmo período somente são disponibilizados até agosto de 1991. No que se refere a São Félix (01238025), para os anos posteriores a 1980 a situação de disponibilidade de dados é a mesma da estação de Feira de Santana. Desta maneira, grandes dificuldades existem para representar este tipo de entrada de dado no balanço hídrico utilizado para avaliar a capacidade de regularização do reservatório nas condições representadas pelos cenários mais recentes.

Antes de se descrever o partido utilizado para superar, dentro do possível, estas limitações outro aspecto importante na avaliação a que se destinam os estudos hidrológicos nesta fase, a ser abordado diz respeito aos aspectos geométricos do reservatório.

Foram disponibilizados pelo INEMA informações resultantes de estudos realizados com o objetivo de estimar a evolução das relações entre o nível de água no reservatório e os respectivos volume armazenado e área da superfície do espelho d'água. Segundo as informações disponibilizadas, o estudo estima curvas cota x área e cota x volume para 20, 30 e 50 anos de funcionamento. O **Quadro 2. 34** a seguir sintetiza os resultados a que se chegou.

Quadro 2. 34 - Evolução esperada para as relações entre cota com área e volume

Cota (m)	ORIGINAL		10 ANOS		20 ANOS		30 ANOS		50 ANOS	
	Área	Volume	Área Revisada	Volume Revisado	Área Revisada	Volume Revisado	Área Revisada	Volume Revisado	Área Revisada	Volume Revisado
	(10^6 m²)	(10^6 m³)	(10^6 m²)	(10^6 m³)	(10^6 m²)	(10^6 m³)	(10^6 m²)	(10^6 m³)	(10^6 m²)	(10^6 m³)
124	185,86	5329,88	185,86	5079,25	185,86	4836,8	185,86	4597,46	185,86	4124,49
120	163,09	4630,96	160,27	4385,98	157,53	4149	154,84	3915,04	149,18	3453,38
115	141,15	3869,29	137,65	3640,1	134,27	3418,4	130,94	3199,54	123,94	2769,52
110	119,42	3217,34	115,65	3006,33	111,99	2802,2	108,39	2600,71	100,83	2207,08
106	106,26	2765,65	102,4	2569,91	98,67	2380,6	94,98	2193,63	87,26	1830,58
100	86,83	2185,58	82,99	2012,94	79,27	1846	75,6	1681,08	67,91	1364,28
90	65,14	1424,77	61,56	1289,39	58,09	1158,5	54,67	1029,17	47,49	786,99
84	54,86	1064,22	51,52	949,63	48,28	838,8	45,09	729,36	38,39	528,81
80	48,01	858,12	44,85	756,55	41,79	658,3	38,77	561,3	32,43	386,81
70	30,85	462,84	28,19	390,41	25,62	320,36	23,08	251,18	17,75	135,05
68	9,67	303,57	7,12	236,35	4,65	171,34	2,21	107,15	0	0
60	8,35	231,11	6,22	182,61	4,17	135,71	2,14	89,39	0	0
50	6,72	155,66	5,12	125,77	3,58	96,86	2,05	68,32	0	0
40	5,1	96,45	3,99	80,06	2,92	64,2	1,86	48,55	0	0
30	3,75	52,13	3,07	44,61	2,42	37,34	1,77	30,17	0	0
20	2,34	21,66	2,01	19,12	1,69	16,68	1,37	14,26	0	0
10	1	4,98	0,9	4,51	0,81	4,05	0,72	3,6	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: INEMA, se referindo a COELBA, GRUPO IBERDROLA, INTERCHNE, ODEBRECHT

Para aplicação neste estudo, foi utilizado procedimento já descrito anteriormente quando na discussão do reservatório de Santa Helena que foi a de considerar os valores estimados para a área e a partir deles, estimar incrementos de volume e volume total. Em sequência foi ajustada uma função para cada uma das relações (cota x área e cota x volume) por procedimentos matemáticos adequados e estas utilizadas na modelagem selecionada. Este procedimento foi realizado para os elementos estabelecidos para 30 e 50 anos, representando a tendência de cenário atual e para as proximidades do fim da vigência deste plano.

Na busca do melhor ajuste entre os dados foram considerados somente os pares relativos a cota igual ou superior a 80,0 m, uma vez que com este procedimento, os ajustes de todas as curvas apresentam coeficiente de correlação muito próximos de 1,0. Cabe destacar que este recurso não altera o resultado dos cálculos efetuados pela modelagem utilizada uma vez que o nível mínimo operacional, na condição mais extrema é definido na cota 108,0 m. Todas as expressões são do tipo $Volume\ (ou\ Área) = K.altura^m$. Os

valores de K e m, assim como os respectivos coeficientes de correlação (r^2) associados a cada uma das curvas obtidas (projeto, 30 anos e 50 anos) estão apresentados no **Quadro 2. 35**.

Quadro 2. 35 - Valores de K, m e r^2 para as curvas cota x área e cota x volume

CENÁRIO	CURVAS	k	m	r^2
Projeto da Barragem	cota x área	68,6760	3,0626	0,9950
	cota x volume	11,6870	4,1353	0,9999
30 anos	cota x área	8,1172	3,4987	0,9928
	cota x volume	0,5406	4,7436	0,9997
50 anos	cota x área	1,3261	3,8703	0,9919
	cota x volume	0,0306	5,1386	0,9991

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A avaliação da vazão regularizada sob a ótica dos cenários atuais foi realizada usando metodologia de balanço hídrico, estruturado na forma de modelagem matemática sob o título de BHIM, metodologia e procedimentos já descritos quando a mesma análise foi efetuada para o reservatório de Santa Helena. Para superar as dificuldades impostas pela inexistência de dados recentes de precipitação para alimentar a modelagem foi feita uma comparação de resultados com a aplicação da metodologia sob dois cenários idênticos em todos os aspectos com exceção de que somente em um deles foi informado valores mensais de precipitação enquanto no outro, estes dados foram suprimidos. Para realizar tal comparação, o cenário considerou as seguintes entradas:

- geometria do reservatório segundo as expressões relativas à época do projeto;
- série histórica de vazões médias mensais entre os meses de janeiro de 1937 e dezembro de 1953;
- precipitação mensal medidas em Usina Bananeiras, no mesmo período para um dos cenários e nenhuma precipitação para o outro; nível máximo operacional na cota 120,0 m e mínimo em 108,0 m;
- evapotranspiração mensal estimada por Hargreaves para o local com coordenadas de Usina Bananeiras;
- nenhuma restrição de uso para qualquer nível entre o máximo e mínimo operacional.

O período citado foi escolhido por ser este, para as condições anteriores à implantação da obra, o mais extenso sem falhas de valores de precipitação. Desta forma, não haveria nenhuma interferência de eventuais preenchimentos de falha sobre o resultado. É portanto, um cenário puramente comparativo para fins de se avaliar a influência dos dados de chuva na situação específica de Pedra do Cavalo. Os resultados mostram que com o cenário contando com valores de chuva mensal, a vazão regularizada, com 100% de permanência, foi estimada em 60,476 m³/s enquanto, o mesmo indicador, sem levar em conta as chuvas mensais, chegou a 59,880 m³/s. A não inclusão de dados de precipitação resultou numa queda inferior a 1,0% do valor. A seguir, são apresentados os elementos de entrada e de saída para os cenários considerados **(Figura 2. 28 a Figura 2. 31)**.

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Pedra do Cavalo		Rio : Paraguaçu		Município :		Estado : Bahia
Fase :	Operacional	Cenário :	Jan/1937 a Dez/1953 sem precipitação		Série de vazões :	Jan / 1930 a Dez / 1975

DADOS GERAIS

DO RESERVATÓRIO

Nível	H (m)	Vol (m^3)
U max	120	4.631708.840
Rest unp	118	4.320.725.827
Rest 1	115	3.884.246.859
Rest 2	112	3.482.044.630
Op min	108	2.995.851623

DADOS DE INICIALIZAÇÃO

Ho =	120	m
Ao =	160.142.084	m^2
Vo =	4.631.708.840	m^3

DO CONSUMO MÉDIO

Tipo	Q (l/s)	V (m^3)
Q amb	0,0	0
Q ab h	59880,0	155.208.960
Qm irrig	0,0	0
Q outros	0,0	0
sobre a irrigação		
Ai =	0,0	ha
t irrig =	24,0	ha / dia

DO CRITÉRIO DE OPERAÇÃO

Abaixo de	120,0	118,0	115,0	112,0
Acima de	118,0	115,0	112,0	108,0
Critério	S/ rest	Rest unp	Rest 1	Rest 2

FATORES DE ATENDIMENTO

Qirrig	1,00	1,00	1,00	1,00
Q amb	1,00	1,00	1,00	1,00
Q ab h	1,00	1,00	1,00	1,00
Q outros	1,00	1,00	1,00	1,00

DO CONSUMO MENSAL

Mês	ETP (mm)	Qirrig l/s	Consumos mensais para cada uso: Qirrig m^3/mês	Q amb m^3/mês	Q ab h m^3/mês	Q outros m^3/mês	Consumos totais mensais: S/ rest m^3/mês	Rest unp m^3/mês	Rest 1 m^3/mês	Rest 2 m^3/mês
JAN	162,0	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
FEV	145,4	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
MAR	145,7	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
ABR	116,9	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
MAI	101,1	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
JUN	87,3	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
JUL	95,4	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
AGO	120,3	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
SET	128,0	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
OUT	152,1	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
NOV	150,2	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
DEZ	158,2	0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960
ETP anual =	1562,7									
Q med =		0,000	0	0	155.208.960	0	155.208.960	155.208.960	155.208.960	155.208.960

Curvas cota x área x volume

Curva	Tipo	Coeficientes k	Coeficientes m
a = f(h)	$k.h^m$	68,6760	3,0626
V = f(h)	$k.h^m$	11,6870	4,1353

Figura 2. 28 - Entradas no BHIM para o cenário proposto sem considerar a precipitação

Fonte: GEOHIDRO, 2014

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Pedra do Cavalo		Rio : Paraguaçu		Município : Mucugê		Estado : Bahia
Fase :	Operacional	Cenário :	Jan/1937 a Dez/1953 sem precipitação		Série de vazões :	Jan / 1930 a Dez / 1975

Síntese das Saídas da Simulação

Parâmetro	Contagem	%				
Total de meses simulados	204	100,0	Q afl med =	98,110 m^3/s	Q evap med =	6,0682 m^3/s
Extravasamentos	56	27,5	Q jus med =	92.597,12 l/s	Q evap med =	6,2 % Q afl med
Perm H Rest unp	122	59,8	Q reg nom =	59.880,00 l/s	A_{EVAP} med =	12.245,71 ha
Perm H rest 1	160	78,4	Q reg efet =	59.880,00 l/s	V_{EVAP} med =	0,4 % V_{RES} med
Perm H rest 2	183	89,7	Q jus-cons=	32.717,12 l/s	H_{RES} med =	117,3 m
Perm H op min	204	100,0	Efetiv reg =	61,0 % Q afl med	H_{RES} med =	97,8 % Hu max
Falhas	0	0,0	Red Q jus =	94,4 % Q afl med	A_{RES} (H med) =	14.954,87 ha
			Red Q j-c =	33,3 % Q afl med	Desv pad H_{RES}	3,3 m

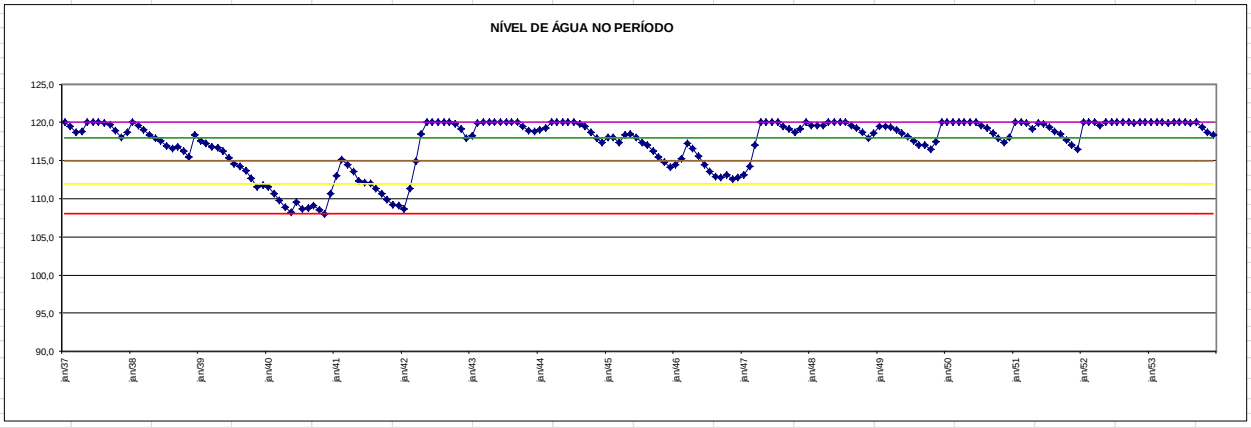


Figura 2. 29 - Saídas do BHIM e Comportamento esperado do cenário proposto sem considerar a precipitação.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Pedra do Cavalo		Rio : Paraguaçu		Município :		Estado : Bahia
Fase :	Operacional	Cenário :	Jan/1937 a Dez/1953 com precipitação		Série de vazões :	Jan / 1930 a Dez / 1975

DADOS GERAIS

DO RESERVATÓRIO

Nível	H (m)	Vol (m^3)
U max	120	4.631708.840
Rest unp	118	4.320.725.827
Rest 1	115	3.884.246.859
Rest 2	112	3.482.044.630
Op min	108	2.995.851623

DADOS DE INICIALIZAÇÃO

Ho =	120	m
Ao =	160.142.084	m^2
Vo =	4.631.708.840	m^3

DO CONSUMO MÉDIO

Tipo	Q (l/s)	V (m^3)
Q amb	0,0	0
Q ab h	60476,0	156.753.792
Qm irrig	0,0	0
Q outros	0,0	0
sobre a irrigação		
Ai =	0,0	ha
t irrig =	24,0	ha / dia

DO CRITÉRIO DE OPERAÇÃO

Abaixo de	120,0	118,0	115,0	112,0
Acima de	118,0	115,0	112,0	108,0
Critério	S/ rest	Rest unp	Rest 1	Rest 2

FATORES DE ATENDIMENTO

Qirrig	1,00	1,00	1,00	1,00
Q amb	1,00	1,00	1,00	1,00
Q ab h	1,00	1,00	1,00	1,00
Q outros	1,00	1,00	1,00	1,00

DO CONSUMO MENSAL

Mês	ETP (mm)	Qirrig l/s	Consumos mensais para cada uso: Qirrig m^3/mês	Q amb m^3/mês	Q ab h m^3/mês	Q outros m^3/mês	Consumos totais mensais: S/ rest m^3/mês	Rest unp m^3/mês	Rest 1 m^3/mês	Rest 2 m^3/mês
JAN	162,0	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
FEV	145,4	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
MAR	145,7	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
ABR	116,9	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
MAI	101,1	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
JUN	87,3	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
JUL	95,4	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
AGO	120,3	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
SET	128,0	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
OUT	152,1	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
NOV	150,2	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
DEZ	158,2	0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792
ETP anual =	1562,7									
Q med =		0,000	0	0	156.753.792	0	156.753.792	156.753.792	156.753.792	156.753.792

Curvas cota x área x volume

Curva	Tipo	Coeficientes k	m
a = f(h)	$k.h^m$	68,6760	3,0626
V = f(h)	$k.h^m$	11,6870	4,1353

Figura 2. 30 - Entradas no BHIM para o cenário proposto considerando a precipitação

Fonte: GEOHIDRO, 2014

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Pedra do Cavalo		Rio : Paraguaçu		Município : Mucugê		Estado : Bahia
Fase :	Operacional	Cenário :	Jan/1937 a Dez/1953 com precipitação		Série de vazões :	Jan / 1930 a Dez / 1975

Síntese das Saídas da Simulação

Parâmetro	Contagem	%				
Total de meses simulados	204	100,0	Q afl med =	98,110 m^3/s	Q evap med =	6,0684 m^3/s
Extravasamentos	56	27,5	Q jus med =	93.202,01 l/s	Q evap med =	6,2 % Q afl med
Perm H Rest unp	121	59,3	Q reg nom =	60.476,00 l/s	A_{EVAP} med =	12.246,13 ha
Perm H rest 1	160	78,4	Q reg efet =	60.476,00 l/s	V_{EVAP} med =	0,4 % V_{RES} med
Perm H rest 2	182	89,2	Q jus-cons=	32.726,01 l/s	H_{RES} med =	117,3 m
Perm H op min	204	100,0	Efetiv reg =	61,6 % Q afl med	H_{RES} med =	97,8 % Hu max
Falhas	0	0,0	Red Q jus =	95,0 % Q afl med	A_{RES} (H med) =	14.955,22 ha
			Red Q j-c =	33,4 % Q afl med	Desv pad H_{RES}	3,3 m

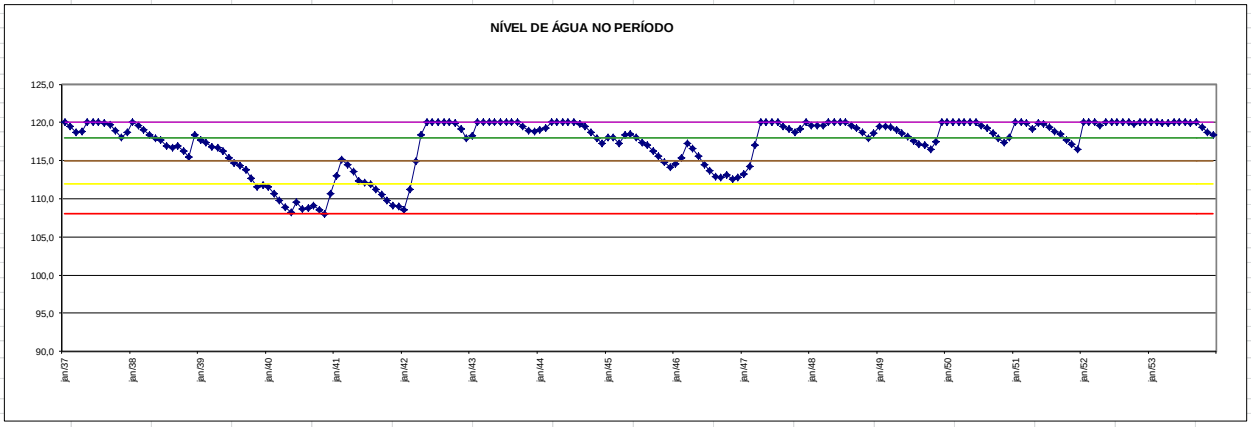


Figura 2. 31 - Saídas do BHIM e Comportamento esperado do cenário proposto considerando a precipitação.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Ainda a título de verificação, o produto entre a precipitação média anual na estação considerada e a área do espelho d'água na cota 120,0 m resulta num volume da ordem de 5% do volume total do reservatório. Ressalta-se que este valor é obtido considerando que a superfície do lago é igual ao seu valor máximo ao longo de todos os dias do ano, hipótese que não se comprova na prática e que resulta em superestimativa da contribuição resultante das precipitações. Outra comparação ainda possível de se realizar é com a vazão

média que alimentou, via cursos de água, o reservatório no período simulado para a finalidade em questão. Se for considerado o volume anual precipitado sobre o lago, dentro do critério já informado, distribuído ao longo de todos os dias do ano, este volume corresponde a uma vazão média da ordem de 7% da vazão que alimentou o reservatório. Os valores são próximos ao que se chegou na comparação entre volume precipitado e total do reservatório. Da mesma forma, o valor gerado é bem superior ao que de fato ocorreria se fossem consideradas as variações de área expostas à chuva ao longo do tempo de simulação.

Com base nestes resultados foi tomada a decisão de se avaliar a vazão regularizada mesmo sem alimentar o modelo com dados de precipitação e admitir que o valor encontrado seja algo cerca de 5% a menos do que se obteria com informações pluviométricas.

Para superar a carência de dados de vazão o procedimento adotado foi o que a seguir se descreve. Inicialmente foram consideradas as informações coletadas nas estações fluviométricas de Argoim (51350000) e Pedra do Cavalo (51490000), ambas no Paraguaçu e a Ponte Rio Branco (51460000), no rio Jacuípe, no período em que se dispõe de dados nas três estações. Os dados das três estações estão apresentados no **Quadro 2. 36**, **Quadro 2. 37** e no **Quadro 2. 38**. Conforme mencionado anteriormente, para a estação de Pedra do Cavalo (**Quadro 2. 38**) foram utilizados os dados do documento de Genz (2006), cuja série é de 1930 a 1975.

Quadro 2. 36 - Dados fluviométricos da estação de Argoim (51350000) – em m³/s

NÍVEL DE CONSISTÊNCIA	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
2 - Consistido	**1950**	39,49	42,16	76,11	128,43		41,48	24,57	25,99	17,10	14,72	87,87	40,84	
	1951		16,08	99,70								2,88	4,71	
	1952		4,35	60,50	29,16	28,04	28,41	15,26	27,04	11,43	8,15		335,53	
	1953	92,86	11,47	19,81	16,13	6,66	18,11	29,74	14,80	7,36	10,52	17,41	203,02	**37,32**
	1954	40,10	179,22	85,97	270,31	53,57	34,40	26,39	59,44	21,05	5,01	40,33	460,77	**106,38**
	1955	142,54	145,73	33,96	39,40	20,28	13,85	43,13	29,47	12,59	8,22	144,86	228,95	**71,92**
	1956	65,85	66,22	139,12	79,01	38,82	26,30	28,34	26,80	15,24	16,19	263,18	223,84	**82,41**
	1957	151,14	82,85	879,06		122,41	69,16	130,16	41,64	49,11	33,31	29,26	59,35	
	1958	112,77	195,97	71,26	80,63	70,43	29,65	59,83	38,81	22,42	72,52	118,97	26,75	**75,00**
	1959	178,00	38,24	49,62	27,61	17,56	20,73	44,84	36,17	14,48	6,06	43,57	24,46	**41,78**
	1960	178,51	276,14	1.030,41	323,87	99,53	83,53	72,36		50,09	23,63	56,97	79,78	
	1961	48,55	47,10	28,30	46,02	21,55	27,11	84,19	30,10	13,87	6,24	6,35	6,12	**30,46**
	1962	36,79	38,17	39,98	48,66	57,02	21,43	32,07	29,47	16,52	14,40	17,07	120,92	**39,37**
	1963		106,68	42,68	35,76	81,95	16,95	14,97	15,81	8,32	4,57	52,73	310,43	
	1964	1.049,36	787,83	202,54	207,80		54,85	49,09	42,20	51,22	52,12	58,04	260,26	
	1965	34,29	31,07	15,32	135,19	46,02	51,32	62,93	58,33	37,73	74,19	84,83	44,09	**56,28**
	1966	26,40	195,82	166,89	302,96	70,46	33,88	98,62	37,70	19,76	16,77	43,14	191,09	**100,29**
	1967	93,55	39,24	49,63	85,06	44,44	34,52	48,83	22,91	20,28	45,20	148,35	286,73	**76,56**
	1968	131,10	202,08	270,41	110,46	47,22	28,72	44,44	22,75	16,99	52,93	247,81	236,76	**117,64**
	1969	59,36	329,91	462,01	100,03	95,10	66,02	53,55	40,23	21,25	29,60	17,38	218,33	**124,40**
	1970	337,69	203,79	158,64	77,22	81,77	95,96	107,08	76,90	25,86	56,72	247,37	118,21	**132,27**
	1971	28,73	22,71	20,51	32,10	21,34	18,07	93,81	28,08	37,05	18,60	171,04	55,51	**45,63**
	1972	61,30	36,54	51,11	42,09	20,73	64,97	45,56	25,95	37,58	53,47	21,41	323,62	**65,36**
	1973	107,15	30,10	89,58	88,79	31,34	64,93	56,86	26,97	15,99	64,72	67,00	110,38	**62,82**
	1974	38,04	104,19	254,84	123,89	142,74	106,37	42,76	35,22	22,01	45,71	205,57	261,27	**115,22**
	1975	167,18	146,54	60,89	196,29	44,70	24,22	59,77	56,48	47,92	31,12	73,71	70,14	**81,58**
	1976	27,39	130,47	46,15	25,17	26,58	19,68	17,62	17,51	11,49	140,91	181,80	147,70	**66,04**
	1977	73,14	198,41	55,40	41,66	40,61	43,88	59,25	18,49	12,73	170,95	73,12	134,80	**76,87**
	1978	286,52	501,72	467,76	332,57	218,71	129,76	64,29	98,59	41,23	69,39	64,38	157,03	**202,66**
	1979	300,50	306,96	145,60	79,77	76,91	49,74	42,40	26,45	18,07	20,85	54,30	61,98	**98,63**
	1980	201,31	1.220,21	228,02	46,90	54,65	48,85	43,05	35,54	26,40	24,37	39,16	203,53	**181,00**
	1981	47,56	35,16	485,13	365,72	159,16	81,74	55,70	33,07	20,18	15,78	73,96	23,60	**116,40**
	1982	62,63	59,60	90,72	71,48	33,76	38,04	22,21	34,28	19,92	27,12	14,22	30,97	**42,08**
	1983	49,54	240,37	76,39	105,58	60,26	30,82	37,94	17,40	9,85	27,39	55,73	104,17	**67,95**

cont.

Continuação do Quadro 2. 36 – Dados fluviométricos da estação de Argoim (51350000) – em m³/s

NÍVEL DE CONSISTÊNCIA	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
2 - Consistido	1984	20,56	10,20	15,18	151,02	128,91	34,10	35,50	28,75	91,91	16,26	35,46	38,26	**50,51**
	1985	162,87	117,34	82,61	119,22	79,57	53,01	30,67	63,14	23,32	40,35	103,40	502,65	**114,85**
	1986	139,09	38,62	26,38	20,80	32,12	20,84	17,73	14,25	22,11	30,03	48,29	61,40	**39,30**
	1987	44,18	14,97	56,86	102,26	95,17	18,38	15,95	9,44	6,12	5,48	11,09	41,27	**35,10**
	1988	100,94	17,12	140,69	97,28	40,00	23,89	24,59	19,39	10,92	11,18	21,58	159,92	**55,62**
	1989	21,89	13,18	21,49	55,85	23,91	24,97	30,06	11,54	13,14	32,24	97,20	1.152,30	**124,81**
	1990	227,44	57,05	42,63	16,18	11,94	12,89	15,31	11,27	15,41	20,37	46,56	112,83	**49,16**
	1991	73,52	36,32	51,71	42,12	18,50	62,08	35,27	21,42	18,90	6,12	190,31	111,20	**55,62**
	1992	320,69	1.195,33	92,01	59,13	26,66	47,99	63,42	33,13	20,67	15,42	73,08	169,80	**176,44**
	1993	89,92	30,22	11,41	5,59	5,92	9,77	8,66	10,17	5,74	5,05	4,38	4,71	**15,96**
	1994	16,07	22,55	243,18	95,04	60,73	20,94	27,08	24,45	17,77	10,58	4,01	14,10	**46,38**
	1995	4,69	4,94	13,05	76,03	37,27	16,71	38,78	27,62	7,48	2,31	31,09	156,47	**34,70**
	1996	68,62	8,32	1,79	2,94	8,20	10,42	10,43	4,04	13,19	31,53	63,33	64,97	**23,98**
	1997	102,41	155,47	543,04	369,04	138,04	49,82	37,12	18,83	10,87	7,97	13,24	27,69	**122,79**
	1998	48,50	48,94	20,57	5,19	3,66	5,89	15,19	5,71	2,99	0,79	69,02	79,16	**25,47**
	1999	28,44	13,82	72,57	18,84	30,85	54,73	27,69	34,14	49,99	44,63	153,98	266,65	**66,36**
	2000	210,75	72,76	115,12	142,60	76,26	50,35	55,40	27,52	21,76	8,69	112,39	230,20	**93,65**
	2001	53,94	15,06	42,07	24,99	35,98	28,70	26,81	31,00	42,61	50,55	17,33	81,25	**37,52**
	2002	558,72	279,97	31,40	23,62	27,68	23,55	33,45	28,87	22,43	35,89	14,12	14,10	**91,15**
	2003	89,02	81,79	26,52	39,18	26,45	68,62	20,20	39,68	30,16	10,61	29,64		
	2004	394,61	206,62	235,34	93,61	44,69	33,73	35,79	11,97	5,05	3,41	75,80	79,00	**101,63**
	2005	40,94	245,49	79,64	123,65	93,59	60,00	48,61	63,46	29,50	9,42	21,06	111,09	**77,20**
1 – Não Consistido	2006	18,95	5,70	120,44	381,74	193,43	36,94		20,88	8,75	11,59	179,44		
	2007	39,67		237,59	57,30	41,62	20,13	46,94	20,20	18,86	17,00	5,07	44,09	
	2008	9,18	35,16	88,86	137,68	33,96	21,78	34,84	9,83	8,61	4,66	8,49	128,75	**43,48**
	2009	107,82	23,08	22,82	125,64		49,04	28,39	16,10	8,54	76,84	84,03	35,10	
	2010	37,46	9,60	38,92	112,04	29,49	11,07	13,80	37,37	8,96	6,53	25,57	126,40	**38,10**
	2011	48,60	25,80	114,97	99,31	73,01	17,70	15,75	21,96	10,47	5,98	86,33	86,28	**50,51**
	2012	16,83	30,60	9,17	5,24	5,67	4,58	4,74	5,38	12,36	3,28	37,37	7,29	**11,88**
	2013	57,34	24,58	4,06	11,38	7,55	19,22	32,45	18,01	33,11	10,83	4,96	303,27	**43,90**
	2014	70,99	29,35	58,26	88,05									
Médias	NC2	**133,72**	**156,41**	**143,20**	**99,63**	**56,23**	**40,89**	**43,01**	**30,93**	**22,82**	**30,19**	**73,82**	**157,18**	**78,18**
	NC1	**45,20**	**22,98**	**77,23**	**113,15**	**54,96**	**22,56**	**24,72**	**18,72**	**13,71**	**17,09**	**53,91**	**104,45**	**37,57**
	Global	**120,87**	**139,74**	**134,07**	**101,56**	**56,09**	**38,56**	**40,68**	**29,36**	**21,66**	**28,52**	**71,29**	**151,22**	**6,40**

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

Quadro 2. 37 - Dados fluviométricos Ponte Rio Branco (51460000) – em m³/s

NÍVEL DE CONSISTÊNCIA	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
2 - Consistido	**1929**											0,00	112,00	
	1930	1,32	0,58	130,00	19,70	6,13	4,97	3,22	0,77	0,03	0,01	0,00	6,45	**14**
	1931	0,75	0,04	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,10	0,15	**2**
	1932	0,63	0,00	0,48	0,52	0,00	0,00	1,96	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	**0**
	1933	0,00	0,00	4,26	19,90	7,83	4,46	3,38	1,74	0,35	0,01	8,03	2,99	**4**
	1934	4,09	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,05	0,00	**0**
	1935	53,20	15,40	4,81	8,19	3,46	2,48	4,37	2,74	0,28	0,00	0,00	0,02	**8**
	1936	1,94	31,20	1,77	1,40	1,43	0,41	0,88	0,18	0,00	0,00	0,93	0,00	**3**
	1937	0,00	27,80	5,39	8,61	6,45	0,91	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**4**
	1938	0,00	0,00	1,88	0,14	4,37	0,41	0,33	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	**1**
	1939	1,16	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,62	0,23	0,15	2,91	**1**
	1940	2,08	21,70	187,00	7,18	2,22	1,06	0,79	0,13	0,02	0,00	2,97	1,06	**19**
	1941	2,42	2,87	120,00	0,74	2,86	1,79	2,48	2,13	1,06	0,00	2,38	19,80	**13**
	1942	5,03	2,89	0,04	3,77	0,16	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	27,30	21,00	**5**
	1943	5,32	10,70	1,51	0,19	2,93	1,94	6,86	2,59	0,94	0,04	0,00	4,63	**3**
	1944	10,30	1,92	0,20	11,60	3,41	2,89	0,28	1,53	0,19	0,00	75,30	102,00	**17**
	1945	50,70	2,45	0,07	41,90	19,50	21,80	4,67	2,57	8,40	16,60	6,46	4,81	**15**
	1946	6,81	2,21	1,06	0,55	0,43	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**1**
	1947	0,01	0,00	22,80	11,10	3,20	1,29	0,49	0,40	0,00	0,00	54,30	131,00	**19**
	1948	2,23	3,25	12,70	1,29	1,81	3,12	14,40	6,22	4,46	1,37	0,37	132,00	**15**
	1949	8,90	5,06	1,93	1,62	0,77	0,05	7,15	3,54	0,08	0,00	107,00	27,50	**14**
	1950	4,74	5,04	7,21	0,67	1,42	0,29	0,00	0,07	0,00	0,00	1,51	0,13	**2**
	1951	0,00	0,00	1,06	5,40	3,90	3,10	0,48	0,02	0,00	0,00	0,00	10,90	**2**
	1952	0,29	0,00	2,72	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89,90	**8**
	1953	5,22	4,92	2,13	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,40	88,40	**10**
	1954	5,43	4,28	0,72	2,47	1,77	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	19,80	96,50	**11**
	1955	13,40	5,47	0,46	0,38	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	7,01	6,27	**3**
	1956	1,52	0,19	1,34	0,21	0,00	0,24	0,00	0,87	0,00	0,00	12,80	21,20	**3**

cont.

Continuação do Quadro 2. 37 – Dados fluviométricos Ponte Rio Branco (51460000) – em m³/s

NÍVEL DE CONSISTÊNCIA	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
2 - Consistido	**1957**	8,03	2,39	170,00	35,50	8,54	5,39	7,96	4,49	3,89	0,96	1,28	2,62	**21**
	1958	2,81	16,40	2,58	4,25	0,79	1,02	3,74	1,85	0,27	0,98	4,35	0,55	**3**
	1959	4,77	0,70	2,25	0,39	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,26	1,18	**1**
	1960	34,70	69,50	251,00	42,10	21,60	12,40	18,80	4,84	3,22	0,82	0,52	0,09	**38**
	1961	1,07	1,48	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0**
	1962	1,93	0,08	3,93	1,67	0,32	0,11	0,10	0,00	0,00	0,00	13,20	3,48	**2**
	1963	3,28	7,49	0,81	0,02	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,37		
	1964	193,00	83,30	17,20	29,50	43,30	9,83	9,82	13,10	3,75	6,09	8,35	25,40	**37**
	1965	2,24	1,70	0,38	0,14	1,65	0,69	0,77	0,86	0,23	0,38	19,30	2,56	**3**
	1966	1,31	89,90	14,90	115,00	11,10	8,04	12,10	6,51	3,07	0,69	3,85	12,80	**23**
	1967	0,45	0,09	2,49	0,86	0,23	4,50	4,54	0,07	0,00	0,00	0,35	73,60	**7**
	1968	13,10	16,20	51,10	2,92	0,77	14,60	7,90	0,99	0,03	0,18	50,80	17,70	**15**
	1969	2,28	32,10	155,00	35,50	10,50	10,10	3,58	1,62	0,07				
	1970													
	1971													
	1972													
	1973	8,22	0,40	6,99	3,32	0,08	1,66	1,81	0,27	0,30	9,12	7,41	2,48	**4**
	1974	0,43	0,87	8,75	22,90	34,50	8,49	2,47	0,19	0,00	1,10	5,10	18,70	**9**
	1975	45,70	48,60	0,45	4,45	0,30	0,01	1,32	6,51	2,99	0,44	1,49	2,45	**10**
	1976	0,19	25,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,50	2,85	3,58	**4**
	1977	5,77	12,10	0,28	0,45	0,35	0,00	0,00	0,00	1,83	0,62	0,00	60,10	**7**
	1978	31,10	61,50	85,60	11,80	78,30	13,40	2,40	1,44	0,08	0,18	0,00	3,69	**24**
	1979	86,00	33,60	5,06	3,20	2,20	2,22	2,78	0,50	0,00	0,00	0,00	0,22	**11**
	1980	31,31	434,64	25,25	5,68	4,08	3,46	3,10	2,29	1,59	0,64	0,53	0,32	**43**
	1981	4,15	2,49	113,10	28,51	9,71	5,11	5,75	3,34	1,91	0,50	0,83	1,12	**15**
	1982	5,93	0,34	0,65	5,58	1,17	47,99	4,43	2,50	1,09	1,64			
	1983		57,53	18,71	7,92	1,25	0,23	0,00	0,00		0,00		0,15	
	1984			0,00		2,33	0,63	0,48	0,03		0,00	0,00		

cont.

Continuação do Quadro 2. 37 – Dados fluviométricos Ponte Rio Branco (51460000) – em m³/s

NÍVEL DE CONSISTÊNCIA	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
2 - Consistido	1985	23,12	9,12	2,82	4,55	5,10	4,32	4,48	3,91	0,41			152,97	
	1986	5,31	0,82	1,46	0,58	0,06	0,08	0,21	0,69	0,87	0,48	0,31	1,90	1
	1987	1,29			4,62	5,36	0,61	0,20					5,03	
	1988	4,20	3,00	13,65	2,18	2,46	4,34	1,81	1,75	0,09		0,20	18,74	
	1989	0,30	0,43	4,04	5,26	13,63	4,63	2,29	2,76	0,98	0,04	1,80	376,75	34
	1990	18,28	5,20	2,23	1,59	1,57	1,18	0,75	0,60	0,86	0,61	1,21	2,00	3
	1991	0,50	1,44	13,29	0,69	0,39	1,12	0,72	0,37	0,27	0,07	1,87	1,24	2
	1992	56,04	191,58	11,22	2,94	3,00	0,45	0,46	0,30	0,37	0,07	0,26	1,94	22
	1993	0,86	0,02				0,01	0,02	0,04			0,00		
	1994	0,13		20,18	16,44	12,58	0,70	3,08	0,32	0,10	0,05			
	1995	0,61			3,14	0,90	1,46	1,68	0,93	0,26			15,41	
	1996	1,80	0,40	0,25	0,78	0,46	1,32	0,48	0,21	0,18	2,30	6,81	2,02	1
	1997	4,51	4,88	184,22	13,75	9,71	2,82	1,29	0,51	0,15	0,44	0,72	1,67	19
	1998	0,66	0,53	0,06			0,04	0,26	0,12	0,03	0,00		14,21	
	1999	0,93	0,44	0,45	0,09	0,02	0,03	0,03	0,06	0,05	0,07	0,13	15,13	1
	2000	13,47	3,51	0,51	10,28	1,57	1,35	0,29	0,17	0,08	0,04		8,31	
	2001	0,67	0,06		0,21	0,04	0,02	0,11	0,18	0,49	0,15			
	2002	103,12	57,00	1,86	0,59	0,41	0,31	0,29	0,29	0,09	0,03			
	2003		0,40		0,20	8,37	3,01	2,11	0,92	1,20				
	2004		25,67	27,34	1,15	0,68	0,75	0,41	0,11				0,59	
	2005		8,81	1,55	1,75	4,26	1,54	0,72	0,14	0,03			3,46	
1 – Não Consistido	2006	0,07	0,00	15,20	6,48	0,84	1,77	2,22	0,17	0,06	0,05	5,85	0,98	2,81
	2007	0,01		8,93	1,13	0,90	0,80	0,38	0,15	0,09	0,05	0,00	0,96	
	2008	0,27	9,27	13,97		0,01	0,05	0,17	0,05	0,00	0,00	0,39	24,99	
	2009	1,50	2,83	0,50	2,60		1,79	0,19	0,03	0,00	51,30	1,63	0,28	
	2010	3,37	0,17	15,43	92,43	0,58	0,08	6,12	1,29	0,09	18,30	1,29	26,38	13,79
	2011	0,81	0,12	1,39	0,37	0,25	0,05	0,02	0,00	0,00	3,27	2,08	3,12	0,96

cont.

Continuação do Quadro 2. 37 – Dados fluviométricos Ponte Rio Branco (51460000) – em m³/s

NÍVEL DE CONSISTÊNCIA	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
1 – Não Consistido	2012	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,10	0,04	2,18
	2013	30,10	0,42	0,00	0,45	0,10	0,03	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	7,09	3,19
	2014	0,29		2,39	2,23									
Médias	NC2	13,40	21,16	25,50	8,29	5,32	3,17	2,29	1,27	0,72	0,90	8,45	26,70	10,13
	NC1	4,05	1,83	6,42	13,21	0,38	0,57	1,14	0,21	0,03	9,12	4,67	7,98	4,59
	Global	12,31	19,38	23,27	8,80	4,88	2,91	2,18	1,17	0,65	1,81	8,01	24,65	6,40

Fonte: Agencia Nacional de Água, 2014

Quadro 2. 38 - Dados fluviométricos Pedra do Cavalo (51490000) – em m³/s

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
1930	36,50	38,50	74,50	194,00	71,20	115,00	60,10	44,90	13,70	9,70	101,00	357,00	**93,01**
1931	39,00	30,40	28,30	38,70	43,70	19,50	47,30	74,00	27,20	16,50	226,00	23,70	**51,19**
1932	47,70	40,80	55,10	33,70	10,80	23,50	43,90	32,30	8,80	8,00	75,60	50,80	**35,92**
1933	22,70	27,00	54,00	34,10	126,00	24,90	66,10	79,20	35,90	37,50	191,00	180,00	**73,20**
1934	176,00	26,80	30,30	14,10	56,20	55,80	28,30	31,20	22,60	31,50	61,20	43,00	**48,08**
1935	189,00	248,00	262,00	203,00	203,00	89,20	187,00	86,00	54,60	22,20	18,40	125,00	**140,62**
1936	175,00	351,00	109,00	337,00	300,00	150,00	114,00	94,10	29,10	26,60	64,60	88,40	**153,23**
1937	93,40	449,00	92,70	201,00	168,00	64,90	50,80	39,70	17,30	12,90	27,60	129,00	**112,19**
1938	85,90	24,60	126,00	81,30	40,20	27,10	44,40	24,60	22,90	26,10	29,60	89,60	**51,86**
1939	112,00	175,00	23,70	9,40	9,00	17,40	27,20	57,00	78,20	32,20	72,70	83,20	**58,08**
1940	115,00	215,00	738,00	123,00	90,70	103,00	34,00	43,20	29,90	90,70	216,00	79,40	**156,49**
1941	66,60	63,10	326,00	314,00	97,30	80,80	46,30	46,70	32,70	12,50	104,00	154,00	**112,00**
1942	69,00	59,90	40,50	40,80	36,20	38,10	33,70	60,20	27,70	119,00	517,00	739,00	**148,43**
1943	211,00	117,00	186,00	168,00	140,00	40,10	40,70	24,00	23,20	28,00	106,00	335,00	**118,25**
1944	247,00	54,80	21,80	118,00	56,60	41,60	29,10	38,00	17,50	25,60	23,10	446,00	**93,26**
1945	494,00	74,80	42,60	317,00	112,00	102,00	91,40	110,00	54,20	148,00	94,60	131,00	**147,63**
1946	182,00	61,10	60,60	133,00	116,00	68,00	60,40	66,20	26,20	17,20	43,00	59,50	**74,43**
1947	45,00	42,90	251,00	199,00	76,60	115,00	64,00	26,00	12,40	34,10	469,00	723,00	**171,50**
1948	118,00	49,60	190,00	78,60	74,60	92,50	190,00	83,30	74,40	39,10	25,90	734,00	**145,83**
1949	146,00	88,50	44,70	90,10	87,80	120,00	74,30	32,70	51,40	37,50	124,00	467,00	**113,67**
1950	73,00	36,60	115,00	232,00	123,00	61,00	39,80	39,00	23,60	25,70	143,00	94,90	**83,88**
1951	87,10	21,10	124,00	150,00	76,30	117,00	57,30	27,50	16,60	10,20	6,30	75,40	**64,07**
1952	32,80	7,50	109,00	38,90	47,40	39,80	21,90	49,50	17,00	19,90	104,00	476,00	**80,31**
1953	76,60	19,30	40,40	27,50	9,40	39,70	43,40	23,60	11,70	17,90	38,10	263,00	**50,88**
1954	49,90	257,00	122,00	404,00	80,00	52,60	37,70	84,70	27,90	10,30	102,00	571,00	**149,93**
1955	135,00	207,00	49,50	65,10	27,40	16,00	70,80	42,10	15,40	11,10	230,00	316,00	**98,78**
1956	79,60	80,60	230,00	111,00	62,80	33,10	42,60	41,70	18,70	30,80	417,00	269,00	**118,08**
1957	184,00	144,00	911,00	460,00	187,00	102,00	189,00	69,40	62,80	54,70	44,20	86,40	**207,88**

cont.

Continuação do Quadro 2. 38 – Dados fluviométricos Pedra do Cavalo (51490000) – em m³/s

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
1958	216,00	310,00	132,00	119,00	111,00	50,60	81,40	58,90	30,00	112,00	160,00	44,70	**118,80**
1959	236,00	51,40	60,80	34,70	20,80	22,90	63,50	37,20	17,30	10,30	43,60	25,60	**52,01**
1960	218,00	439,00	925,00	522,00	144,00	144,00	109,00	78,80	86,50	34,00	80,10	132,00	**242,70**
1961	100,00	80,10	50,00	80,90	28,80	57,70	122,00	43,30	15,60	8,20	10,30	16,40	**51,11**
1962	58,40	41,50	58,90	54,80	65,90	33,10	42,70	30,20	21,10	20,40	25,10	211,00	**55,26**
1963	123,00	172,00	54,00	72,00	139,00	27,70	23,80	36,50	17,70	14,60	117,00	225,00	**85,19**
1964	1.472,00	855,00	234,00	244,00	287,00	83,20	67,40	64,50	57,10	63,50	69,20	350,00	**320,58**
1965	39,20	34,30	14,30	178,00	50,90	56,30	76,40	68,20	39,80	89,90	104,00	53,10	**67,03**
1966	24,40	282,00	181,00	513,00	85,90	37,10	109,00	49,80	32,50	13,90	40,40	221,00	**132,50**
1967	107,00	39,90	62,60	89,10	63,60	98,90	140,00	67,60	48,50	51,20	171,00	403,00	**111,87**
1968	186,00	290,00	392,00	134,00	66,10	71,30	66,00	31,30	20,40	77,80	335,00	304,00	**164,49**
1969	82,50	423,00	745,00	170,00	141,00	101,00	76,90	50,80	21,20	28,30	13,30	316,00	**180,75**
1970	534,00	254,00	184,00	83,50	102,00	122,00	134,00	100,00	40,40	67,20	344,00	153,00	**176,51**
1971	38,00	26,60	21,70	43,20	23,00	15,20	95,90	22,10	60,80	10,70	155,00	51,20	**46,95**
1972	54,20	31,70	62,70	34,00	15,60	59,90	39,00	21,90	31,10	49,60	14,10	415,00	**69,07**
1973	123,00	23,10	81,10	90,50	25,40	64,40	55,40	21,60	11,20	73,90	73,30	117,00	**63,33**
1974	27,10	108,00	255,00	129,00	302,00	164,00	33,50	32,30	16,30	38,00	202,00	294,00	**133,43**
1975	192,00	205,00	57,50	194,00	47,50	30,70	59,90	70,10	53,40	26,00	71,00	62,40	**89,13**
Médias	156,95	145,16	174,55	152,22	92,36	67,17	70,25	51,22	32,05	37,93	123,98	230,08	**111,16**

Fonte: GENZ (2006)

Foram formados dois grupos distintos. O primeiro deles correlacionou os dados de Argoim com os de Pedra do Cavalo, correspondentes a um mesmo mês/ano. O outro grupo correlacionou os dados mensais de Pedra do Cavalo com a soma dos valores para um mesmo mês/ano em Argoim e Ponte Rio Branco. Para cada um dos grupos foi estabelecida a melhor equação de regressão possível entre diversos tipos de função (polinomial, exponencial, logarítmica e outras) selecionando a que apresentou o melhor coeficiente de correlação. A **Figura 2. 32** apresenta o resultado deste procedimento para os dois grupos formados.

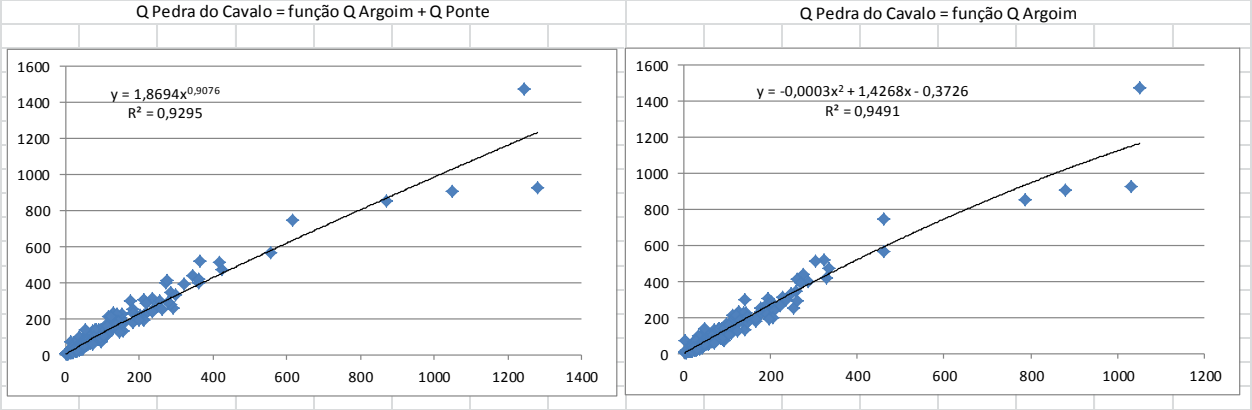


Figura 2. 32 - Regressão entre dados de Argoim e Argoim + Ponte Rio Branco com os dados da estação Pedra do Cavalo

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Mostrou-se mais bem ajustada a relação entre os dados de Argoim e de Pedra do Cavalo apresentando um coeficiente de correlação de valor mais elevado embora, muito próximo ao obtido para a outra regressão. Assim sendo, optou-se por gerar estimativas de vazão mensal em Pedra do Cavalo a partir de dados medidos em Argoim. Este resultado proporcionou outra vantagem já que os dados da estação Ponte Rio Branco apresentam significativa necessidade de preenchimento de falhas quando comparados com a série medida em Argoim. Com isto, diminui a necessidade de utilizar valores estimados para gerar dados relativos a período mais recente em Pedra do Cavalo.

A série de dados mensais em Argoim no período que foi utilizada para representar o cenário atual (janeiro de 1980 a dezembro de 2013) possui falha de dados mensais apenas em cinco meses. Para suprir as demandas relativas ao preenchimento destas falhas, a estação que se apresenta como a mais apropriada á a de Iaçu, também no rio Paraguaçu, situada à montante da estação de Argoim, possui área de contribuição cerca de 60% desta e com ambiente físico e regime de chuvas semelhantes entre si.

Como as lacunas de informação não são em sequência cronológica, buscou-se processo bastante simples e apoiado na comparação do comportamento das duas estações.

Duas das cinco falhas são relativas aos meses de dezembro de 2003 e dezembro de 2006. Para ambos, existe valor medido em Iaçu. O procedimento utilizado foi encontrar a proporção existente entre as vazões mensais nas duas estações para os meses vizinhos ao mês com falha. A relação média entre estas duas foi a utilizada. A **Figura 2. 33** e a **Figura 2. 34** apresentam os elementos de cálculo e os gráficos para as duas estações mostrando a coerência entre os valores encontrados.

Mês	Iaçu	Argoim	Q_A/Q_I
set/03	24,205	30,156	1,25
out/03	7,485	10,609	1,42
nov/03	26,249	29,645	1,13
dez/03	4,141	4,969	1,20
jan/04	221,699	394,609	1,78
fev/04	146,076	206,618	1,41

Obs: Realce dado ao valor estimado

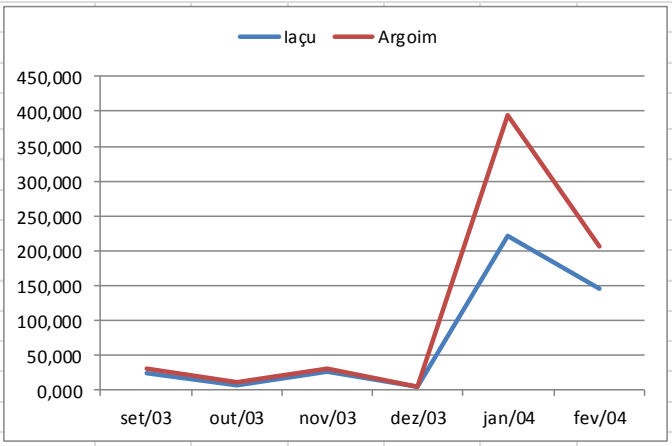


Figura 2. 33 - Preenchimento de falha para o mês dez/2003 em Argoim

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Mês	Iaçu	Argoim	Q_A/Q_I
out/06	16,101	11,586	0,72
nov/06	168,728	179,437	1,06
dez/06	70,100	75,708	1,08
jan/07	36,139	39,670	1,10

Obs: Realce dado ao valor estimado

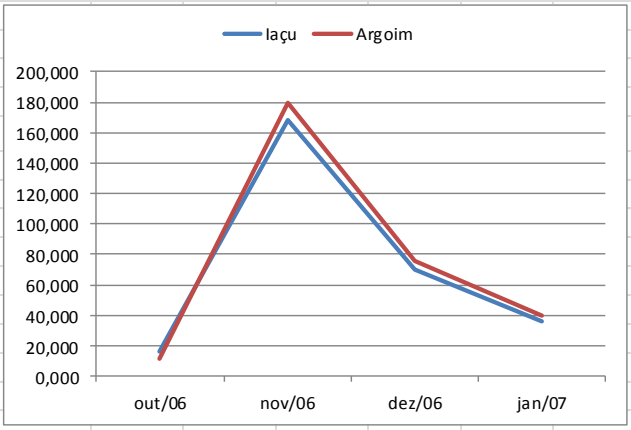


Figura 2. 34 - Preenchimento de falha para o mês dez/2006 em Argoim

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Os outros três meses com falhas são: julho de 2006, fevereiro de 2007 e maio de 2009. Para todos eles não existem médias mensais também para os valores medidos em Iaçu. Nestes casos, ajustou-se uma curva (a que melhor apresentou coeficiente de correlação) com os dados de vazão média mensal de meses vizinhos e se utilizou a equação de regressão para estimar os valores para preenchimento e falha. A **Figura 2. 35** apresenta as expressões para cada caso e os valores que foram obtidos.

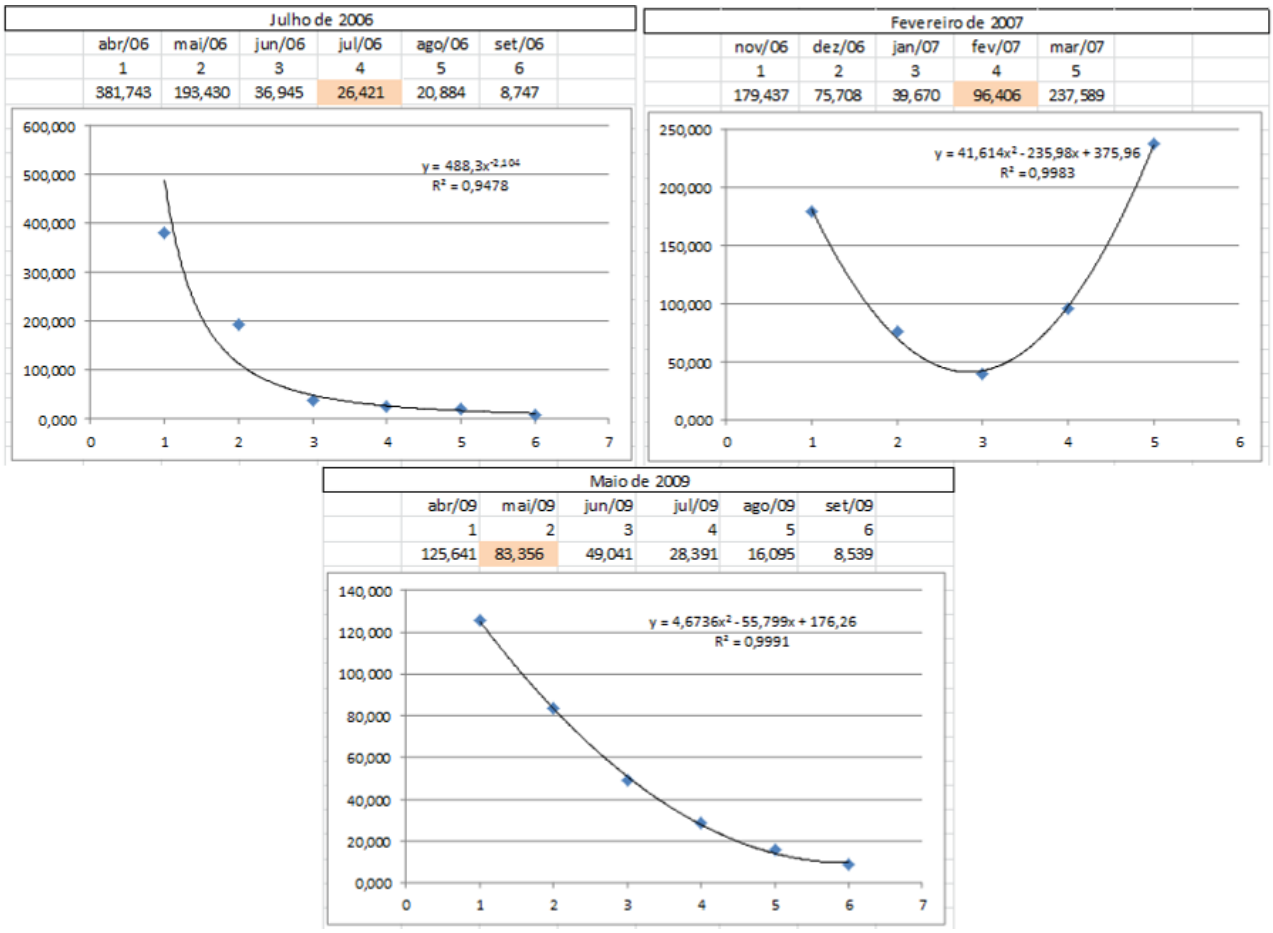


Figura 2. 35 - Preenchimento de falha em Argoim para meses sem dados em laçu

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Uma vez preenchidas as poucas falhas em Argoim e coerentemente com o procedimento utilizado para a geração de série em Pedra do Cavalo, foi verificado o que seria mais adequado para o caso destas duas estações (Argoim e laçu): utilizar uma única equação para todos os meses do ano ou uma equação de regressão para cada mês.

Foram então estabelecidas estas regressões e a partir delas foram geradas duas séries para o período de janeiro de 1965 a dezembro de 1975, uma para cada tipo de estratégia (uma única equação ou doze equações mensais) e comparado os valores destas séries com os obtidos a partir de medição em Pedra do Cavalo. Dois tipos de comparação foram realizados. Um deles estimou o coeficiente de correlação considerando os pares formados pelos valores gerados e medidos para cada mês do período.

O **Quadro 2. 39** seguinte apresenta as expressões utilizadas, para cada mês, com os correspondentes valores dos coeficientes de correlação calculados para cada uma delas.

Quadro 2. 39 - Equações utilizadas para gerar vazões médias mensais período janeiro 1965 a dezembro de 1975

MÊS	EQUAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
Jan	y = 1,4186*X-11,441	0,9897
Fev	y = -0,0007*X^2+1,6347*X-13,567	0,9885
Mar	y = -0,0007*X^2+1,6884*X-21,033	0,9709

(cont.)

Continuação do Quadro 2. 39 - Equações utilizadas para gerar vazões médias mensais período janeiro 1965 a dezembro de 1975

MÊS	EQUAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
Abr	y = 2E-05*X^3-0,007*X^2+1,8649*X-7,2774	0,9648
Mai	y = 3E-06*X^4-0,0008*X^3+0,0672*X^2-0,7457*X+15,817	0,9767
Jun	y = -1E-05*X^4+0,0027*X^3-0,2356*X^2+9,2581*X-78,476	0,8282
Jul	y = 2,0361*X^0,8914	0,8017
Ago	y = -0,0004*X^3+0,0553*X^2-1,3868*X+41,488	0,6999
Set	y = 0,0062*X^2+0,8716*X+5,6547	0,7713
Out	y = 0,01*X^2+0,4494*X+10,268	0,9021
Nov	y = 1,3251*X+0,1985	0,918
Dez	y = 1,1836*X+17,487	0,9184

Fonte: GEOHIDRO, 2014

O **Quadro 2. 40** apresenta os resultados obtidos e onde se observa que apresentou melhor desempenho o uso de uma única equação de regressão para todos os meses do ano.

Quadro 2. 40 - Coeficientes de correlação entre dados medidos e gerados

MÉTODO DE GERAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
Regressões mensais	0,9721
Regressão única	0,9853

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Uma segunda comparação foi a partir da comparação visual dos gráficos das séries cronológicas de vazão média mensal tanto para os valores medidos quanto para as duas séries geradas. A **Figura 2. 36** ilustra o resultado obtido. Mais uma vez o comportamento das duas séries geradas foi muito próximo do apresentado pelos valores medidos, entretanto, é possível verificar que a linha vermelha (que representa a série gerada a partir de uma única equação para todos os meses do ano) é quase sempre superposta pela verde (correspondente aos valores medidos).

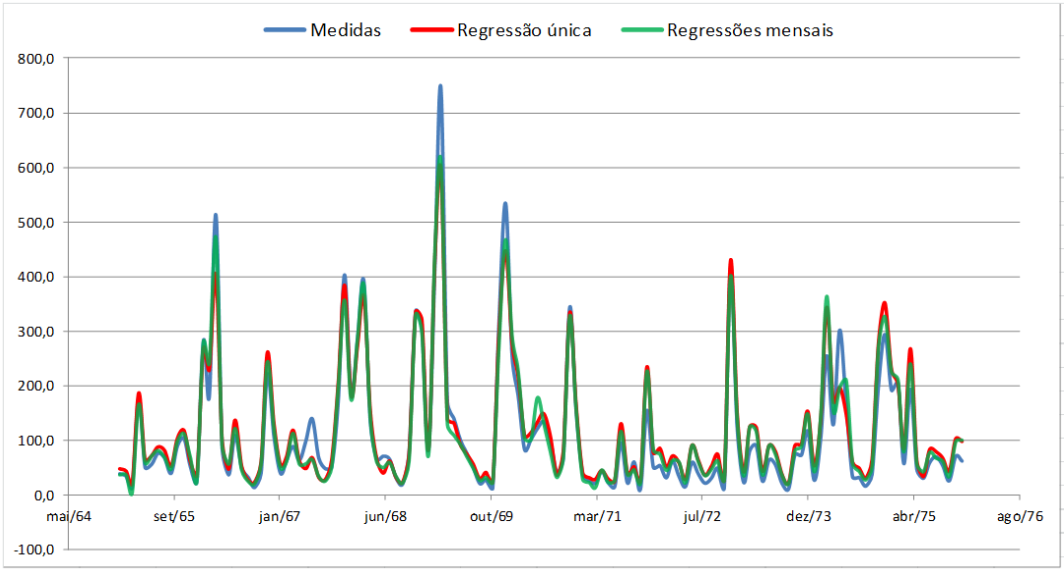


Figura 2. 36 - Comparação das vazões medidas e geradas

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Com base nestes dois critérios de comparação, a opção feita para gerar a série de vazões médias mensais em Pedra do Cavalo relativas a período mais recente foi a partir de uma única equação de regressão para todos os meses do ano. O período gerado corresponde ao intervalo entre os meses de janeiro de 1980 e dezembro de 2013. A expressão obtida foi a seguinte:

$$Q_{PC} = -0,0003.Q_A{}^2 + 1,4268.Q_A - 0,3726$$

Nesta expressão, Q_{PC} corresponde a vazão média mensal em Pedra do Cavalo para um mês i de um determinado ano e Q_A, corresponde a vazão média mensal obtida a partir de medições feitas em Argoim no mesmo mês e ano. Os valores de vazão na expressão estão na unidade m³/s. O coeficiente de correlação correspondente tem o valor de 0,9491. A série obtida é apresentada no **Quadro 2. 41**, com vazões em m³/s.

Quadro 2. 41 - Vazões geradas para estação Pedra do Cavalo (1980 a 2013) - em m³/s.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
1980	274,70	1.293,95	309,37	65,89	76,70	68,61	60,50	49,96	37,09	34,22	55,04	277,60	**216,97**
1981	66,81	49,42	621,20	481,31	219,12	114,24	78,17	46,48	28,30	22,07	103,51	33,13	**155,31**
1982	87,81	83,59	126,60	100,08	47,45	53,46	31,16	48,19	27,93	38,10	19,86	43,53	**58,98**
1983	69,58	325,25	106,87	146,92	84,52	43,31	53,33	24,36	13,65	38,49	78,22	145,00	**94,13**
1984	28,84	14,14	21,22	208,27	178,57	47,93	49,90	40,41	128,23	22,74	49,85	53,78	**70,32**
1985	224,05	162,92	115,45	165,46	111,26	74,42	43,10	88,52	32,73	56,70	143,95	641,01	**154,97**
1986	192,28	54,28	37,06	29,17	45,15	29,24	24,83	19,90	31,02	42,20	67,83	86,10	**54,92**
1987	62,08	20,93	79,78	142,39	132,70	25,76	22,31	13,08	8,34	7,43	15,41	57,99	**49,02**
1988	140,59	23,96	194,42	135,59	56,22	33,54	34,53	27,18	15,17	15,54	30,28	220,13	**77,26**
1989	30,72	18,38	30,14	78,38	33,57	35,07	42,24	16,05	18,33	45,32	135,47	1.245,39	**144,09**
1990	308,62	80,04	59,90	22,64	16,61	17,97	21,41	15,67	21,54	28,57	65,41	156,79	**67,93**
1991	102,90	51,06	72,60	59,20	25,92	87,04	49,58	30,05	26,49	8,35	260,30	154,58	**77,34**
1992	426,34	1.276,48	128,37	82,95	37,45	67,41	88,91	46,56	29,00	21,56	102,29	233,25	**211,71**
1993	125,50	42,47	15,87	7,59	8,06	13,54	11,97	14,11	7,80	6,82	5,87	6,34	**22,16**
1994	22,48	31,65	328,86	132,52	85,17	29,37	38,04	34,34	24,89	14,69	5,35	19,69	**63,92**
1995	6,31	6,67	18,19	106,37	52,39	23,38	54,51	38,80	10,29	2,92	43,69	215,53	**48,25**
1996	96,13	11,48	2,17	3,82	11,30	14,46	14,48	5,38	18,39	44,32	88,78	91,06	**33,48**
1997	142,60	214,20	685,96	485,31	190,87	69,97	52,18	26,39	15,11	10,98	18,46	38,90	**162,58**
1998	68,13	68,74	28,85	7,02	4,84	8,02	21,24	7,77	3,88	0,76	96,68	110,69	**35,55**
1999	39,96	19,29	101,59	26,40	43,36	76,82	38,90	47,99	70,20	62,71	212,22	358,75	**91,52**
2000	287,00	101,86	159,90	196,98	106,69	70,71	77,75	38,66	30,54	12,00	156,19	312,18	**129,21**
2001	75,71	21,04	59,12	35,09	50,57	40,33	37,66	43,57	59,87	70,98	24,26	113,58	**52,65**
2002	703,161	375,570	44,134	33,165	38,896	33,058	47,023	40,575	31,480	50,452	19,711	19,691	**119,743**
2003	124,269	114,323	37,254	55,072	37,161	96,127	28,331	55,775	42,382	14,730	41,661	6,710	**54,483**
2004	515,940	281,623	318,797	130,562	62,795	47,419	50,302	16,662	6,829	4,486	106,052	110,468	**137,661**
2005	57,535	331,808	111,352	171,458	130,533	84,157	68,279	88,970	41,461	13,046	29,540	154,423	**106,880**

cont.

Continuação do Quadro 2. 41 – Vazões geradas para estação Pedra do Cavalo (1980 a 2013) - em m³/s.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
2006	26,558	7,755	167,122	500,580	264,389	51,931	37,115	29,294	12,085	16,119	245,989	105,928	**122,072**
2007	55,757	134,391	321,684	80,398	58,497	28,222	65,947	28,326	26,430	23,801	6,850	61,955	**74,355**
2008	12,699	49,423	124,046	190,384	47,738	30,564	48,977	13,619	11,887	6,269	11,718	178,360	**60,474**
2009	149,980	32,395	32,029	174,156	116,476	68,877	39,894	22,514	11,790	107,492	117,398	49,336	**76,861**
2010	52,652	13,297	54,707	155,725	41,442	15,379	19,254	52,525	12,382	8,932	35,907	175,179	**53,115**
2011	68,256	36,240	159,697	138,370	102,205	24,785	22,021	30,808	14,540	8,147	120,564	120,503	**70,511**
2012	23,561	43,002	12,686	7,096	7,701	6,154	6,389	7,297	17,216	4,302	52,531	10,010	**16,495**
2013	80,452	34,514	5,409	15,819	10,387	26,946	45,607	25,228	46,541	15,046	6,698	404,739	**59,782**
Média	**139,705**	**159,593**	**138,013**	**128,592**	**74,610**	**45,830**	**41,936**	**33,382**	**27,465**	**25,891**	**75,692**	**176,833**	**88,962**

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A **Figura 2. 37** mostra o adequado comportamento da série gerada para Pedra no Cavalo e medida em Argoim, no período de 1980 a 2013 a partir da sequência cronológica de vazões médias mensais no período.

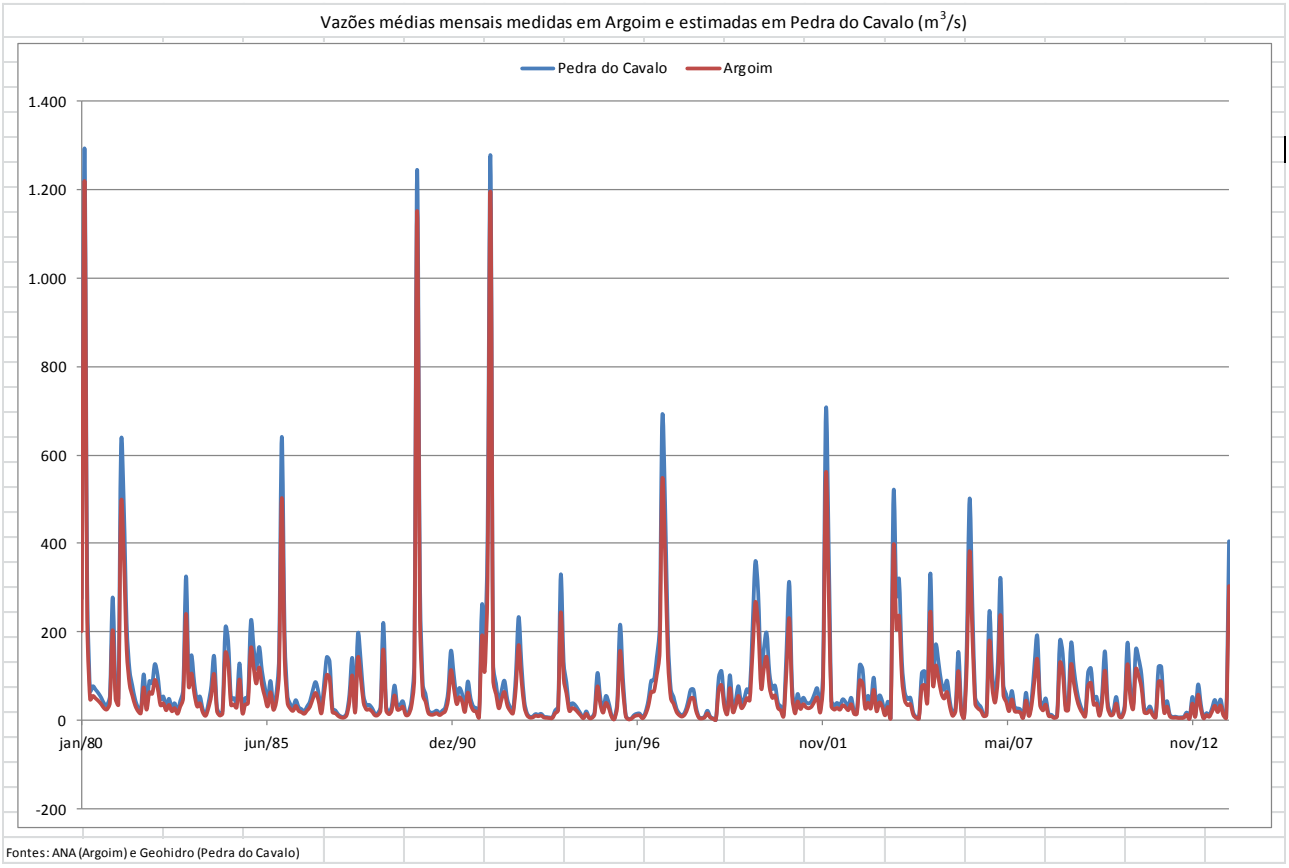


Figura 2. 37 - Vazões médias mensais medidas em Argoim e estimadas em Pedra do Cavalo entre 1980 e 2013 (m³/s)

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Estabelecida a série de vazões médias mensais para caracterizar o comportamento mais recente da alimentação do reservatório, a capacidade evaporativa e os elementos da geometria do lago, o passo seguinte foi o de realizar a simulação do comportamento de Pedra do Cavalo, lembrando que, por conta da falta de informações pluviométricas atuais, o balanço hídrico foi realizado sem esta informação.

Para definir a capacidade de regularização do reservatório considerando os objetivos deste plano foi estabelecido um cenário com as vazões estimadas para o período de 1980 a 2013 e com as curvas cota x área e cota x volume estimadas para 50 anos de operação o que corresponde aproximadamente um quadro representativo de fim deste plano com o nível variando entre as cotas 106,0 m e 120,0 m.

A metodologia utilizada para a determinação da vazão global regularizada foi a mesma aplicada nas avaliações realizadas para o reservatório de Santa Helena, composta por uma série de rotinas consagradas e compatíveis com os objetivos deste estudo e designada por BHIM. Todas as informações relativas à metodologia já foram descritas anteriormente. Na sequência de figuras a seguir (**Figura 2. 38 e Figura 2. 39**) são apresentados os elementos de entrada e de saída relacionados a cada um dos cenários estabelecidos.

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Pedra do Cavalo			Rio : Paraguaçu			Município :			Estado : Bahia
Fase :	Operacional		Cenário :					Série de vazões :	Jan / 1980 a Dez / 2013

DADOS GERAIS

DO RESERVATÓRIO		
Nível	H (m)	Vol (m^3)
U max	120	3.499.893.279
Rest unp	115	2.790.930.104
Rest 1	112	2.424.892.006
Rest 2	110	2.203.294.558
Op min	106	1809.310.908

DADOS DE INICIALIZAÇÃO		
Ho =	120	m
Ao =	147.785.373	m^2
Vo =	3.499.893.279	m^3

Mês	ETP (mm)	Qirrig l/s
JAN	162,0	0,000
FEV	145,4	0,000
MAR	145,7	0,000
ABR	116,9	0,000
MAI	101,1	0,000
JUN	87,3	0,000
JUL	95,4	0,000
AGO	120,3	0,000
SET	128,0	0,000
OUT	152,1	0,000
NOV	150,2	0,000
DEZ	158,2	0,000
ETP anual =	1562,7	
Q med =		0,000

DO CONSUMO MÉDIO		
Tipo	Q (l/s)	V (m^3)
Q amb	0,0	0
Q ab h	47151,0	122.215.392
Qm irrig	0,0	0
Q outros	0,0	0
sobre a irrigação		
Ai =	0,0	ha
t irrig =	24,0	ha / dia

DO CRITÉRIO DE OPERAÇÃO				
Abaixo de	120,0	115,0	112,0	110,0
Acima de	115,0	112,0	110,0	106,0
Critério	S/ rest	Rest unp	Rest 1	Rest 2
FATORES DE ATENDIMENTO				
Qirrig	1,00	1,00	1,00	1,00
Q amb	1,00	1,00	1,00	1,00
Q ab h	1,00	1,00	1,00	1,00
Q outros	1,00	1,00	1,00	1,00

DO CONSUMO MENSAL

Consumos mensais para cada uso				Consumos totais mensais			
Qirrig	Q amb	Q ab h	Q outros	S/ rest	Rest unp	Rest 1	Rest 2
m^3/mês	m^3/mês	m^3/mês	m^3/mês	m^3/mês	m^3/mês	m^3/mês	m^3/mês
0	0	100	0	100	100	100	100
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	122.215.392	0	122.215.392	122.215.392	122.215.392	122.215.392
0	0	112.030.784	0	112.030.784	112.030.784	112.030.784	112.030.784

Curvas cota x área x volume			
Curva	Tipo	Coeficientes	
		k	m
a = f(h)	$k.h^m$	1,3261	3,8703
V = f(h)	$k.h^m$	0,0306	5,3186

Figura 2. 38 - Elementos de entrada do cenário proposto

Fonte: GEOHIDRO, 2014

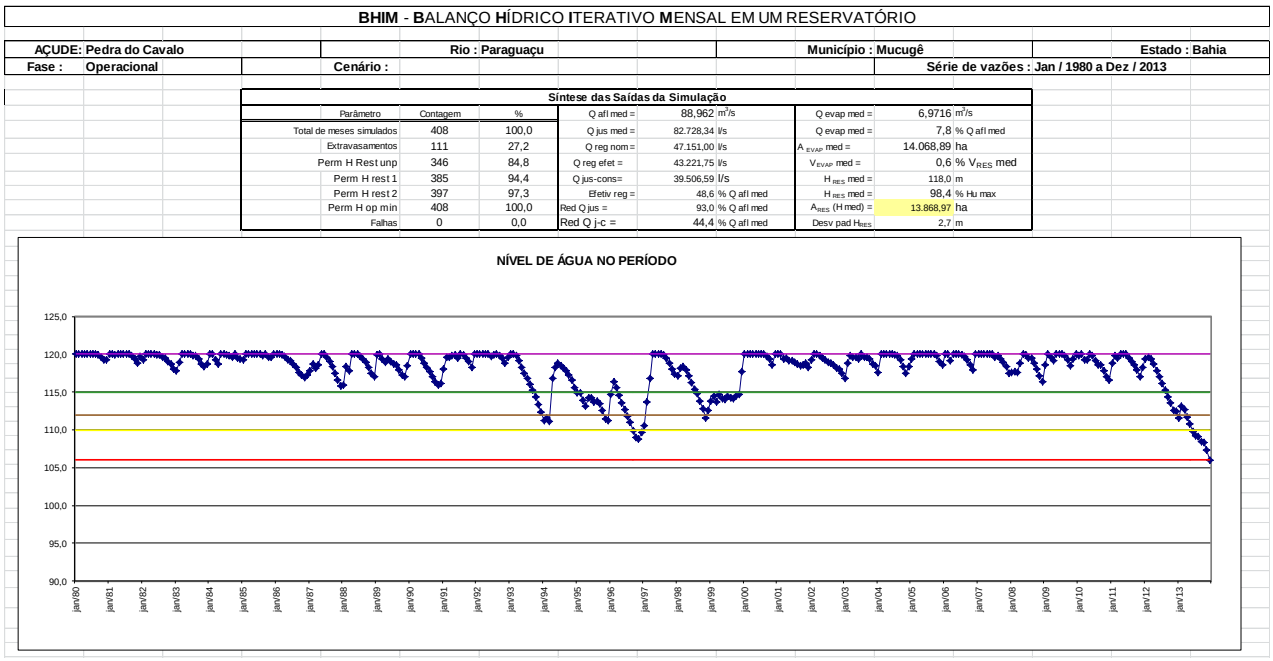


Figura 2. 39 - Saídas para o cenário proposto

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Observa-se que sobre as condições atuais a vazão regularizada com o reservatório trabalhando entre as cotas 106,0 m e 120,0 m é estimada em 47,151 m³/s perante o novo cenário de vazões e com a progressiva perda de capacidade de armazenamento estimada pelos operadores. A expectativa criada pelos estudos realizados quando da elaboração do projeto da barragem era de regularização global da ordem de 69,0 m³/s, segundo dados levantados junto ao INEMA que retrata informações a ele repassadas pelos operadores. As estimativas feitas pela sistemática do BHIM estimou em 60,119 m³/s com os dados de vazão iguais aos utilizados no projeto, com correções das curvas cota x área e cota x volume, para aquela oportunidade

conforme já apresentado e a operação trabalhando entre as cotas 106,0 e 120,0 m, segundo o que foi avaliado naquela época.

As diferenças encontradas são decorrentes dos ajustes das curvas que expressam as relações entre cota do nível de água e respectivos volumes e áreas, assim como a alteração dos níveis operacionais considerando em cada oportunidade. Todavia o grande responsável pela substancial diferença é o comportamento do regime de vazões que entram nas avaliações nos dois momentos: 1930 a 1975, na elaboração do projeto e 1980 a 2013, na atual reavaliação.

A **Figura 2. 40** seguinte mostra o valor das médias anuais para cada um dos períodos com destaque para as piores sequências de anos abaixo da média em cada período.

Períodos			
1930 a 1975		1980 a 2013	
Ano	Médias anuais	Ano	Médias anuais
1930	93,0	1980	216,969
1931	51,2	1981	155,314
1932	35,9	1982	58,981
1933	73,2	1983	94,125
1934	48,1	1984	70,324
1935	140,6	1985	154,966
1936	153,2	1986	54,921
1937	112,2	1987	49,017
1938	51,9	1988	77,264
1939	58,1	1989	144,088
1940	156,5	1990	67,932
1941	112,0	1991	77,339
1942	148,4	1992	211,714
1943	118,3	1993	22,163
1944	93,3	1994	63,921
1945	147,6	1995	48,255
1946	74,4	1996	33,482
1947	171,5	1997	162,577
1948	145,8	1998	35,551
1949	113,7	1999	91,516
1950	83,9	2000	129,205
1951	64,1	2001	52,649
1952	80,3	2002	119,743
1953	50,9	2003	54,483
1954	149,9	2004	137,661
1955	98,8	2005	106,880
1956	118,1	2006	122,072
1957	207,9	2007	74,355
1958	118,8	2008	60,474
1959	52,0	2009	76,861
1960	242,7	2010	53,115
1961	51,1	2011	70,511
1962	55,3	2012	16,495
1963	85,2	2013	59,782
1964	320,6	Média	88,962
1965	67,0		
1966	132,5		
1967	111,9		
1968	164,5		
1969	180,8		
1970	176,5		
1971	47,0		
1972	69,1		
1973	63,3		
1974	133,4		
1975	89,1		

Figura 2. 40 - Médias anuais nos dois períodos

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Para a sequência de anos mais recentes a média global caiu de 111,2 m³/s para 88,962 m³/s. Chama a atenção a sequência de valores para o período de 2007 a 2013 com destaque para a pior média anual obtida em 2012, antecedida por cinco anos em que as médias anuais foram inferiores à média global do período. Este fato, agregado a ser este o primeiro período de baixa oferta com usos concorrentes da EMBASA e a

geração de energia, o aumento das demandas para abastecimento ao longo do período e as limitações de cota mínima que hoje são estabelecidas, superiores a cota 110,0 m, refletiram numa situação que nunca havia sido vivenciada ao longo da vida do reservatório.

No período de 1993 a 1996, a falta de uso para geração de energia e as menores demandas para abastecimento não fizeram o reservatório passar por uma situação de operação preocupante como a que foi vivenciada recentemente. Os estudos apontam que o reservatório de Pedra do Cavalo possui capacidade para atender os 21,0 m³/s mesmo sob as novas tendências, mas fica evidente que aspectos operacionais de alto significado devem ser estabelecidos, entre eles a reavaliação das cotas das tomadas de água para abastecimento e as regras de manejo compatibilizando interesses entre a geração, o abastecimento e o controle de cheias.

2.3.4 Análise dos Cenários Propostos e Considerações relevantes para Pedra do Cavalo

O reservatório de Pedra do Cavalo, no rio Paraguaçu, é o maior do estado sob sua gestão. O **Quadro 2. 42** apresentado a seguir destaca algumas informações significativas para a definição da capacidade de regularização deste reservatório.

Quadro 2. 42 - Volumes disponíveis para regularização e vazões em Pedra do Cavalo

RESERVATÓRIO	RIO BARRADO	NÍVEIS OPERACIONAIS (m)		VOLUMES (m³)			% DO VOLUME TOTAL	
		MÁXIMO NORMAL	MÍNIMOS	TOTAL	ÚTIL	MORTO	ÚTIL	MORTO
Pedra do Cavalo	Paraguaçu	120,00	110,00 (NS1)	4.631.708.840	1.399.687.535	3.232.021.305	30,2	69,8
		120,00	109,00 (NS2)	4.631.708.840	1.519.470.554	3.112.238.286	32,8	67,2
		120,00	108,00 (NS3)	4.631.708.840	1.635.857.217	2.995.851.623	35,3	64,7
		120,00	106,00 (Min.)	4.631.708.840	1.858.705.526	2.773.003.314	40,1	59,9
		120,00	96,50 (CAT)	4.631.708.840	2.754.233.427	1.877.457.413	59,5	40,5

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Os volumes do quadro anterior foram estimados segundo a curva Cota x Volume utilizada no estudo original da barragem, correspondente à situação em início de operação, e os níveis operacionais mínimos referem-se a vários critérios. Os níveis NS1, NS2 e NS3 são os níveis de segurança para garantia dos sistemas de abastecimento de água operados pela EMBASA. Segundo solicitação da EMBASA, a meta é que o NS1, correspondente à cota 110,00 m, nunca seja atingido. Isto representa que o volume morto associado a esta cota é cerca de 70% do volume total do reservatório, considerando o nível máximo normal, na cota 120,00 m.

Se for considerada a cota das estruturas de alimentação das turbinas (CAT), o volume morto cai para cerca de 40% do volume total. Se a operação se der com o mínimo operacional na cota 106,0 m, correspondente ao nível mínimo operacional das comportas, o volume útil corresponde a cerca de 60% do volume total. A cota 96,5 m é cerca de seis metros acima da geratriz superior da tomada de água para a alimentação das turbinas. Nesta cota, o volume morto é cerca de 40% do volume total, valor este superior ao do volume de acumulação total de quase todas as barragens existentes no estado.

Estes indicadores sugerem que o aproveitamento deste reservatório seja reavaliado em face de maior utilização de suas reservas que, do ponto de vista estritamente volumétrico são subaproveitados.

Mais dois fatos se agregam para proporcionar maior complexidade gerencial das águas deste reservatório: usos já implantados com interesses conflitantes e demandas na região semiárida da bacia que devem exercer pressão sobre o uso das reservas existentes.

Tradicionalmente os usos de reservatórios artificiais para controle de cheias, abastecimento humano e geração de energia potencializam conflitos de interesse. No caso particular de Pedra do Cavalo, o histórico da exploração evidencia que as cotas de implantação das estruturas de captação para o abastecimento humano foram escolhidas a partir de objetivos exclusivamente setoriais, agregando complexidade ao problema.

A extensa região da bacia, à montante de Pedra do Cavalo, com sérias dificuldades de produção hídrica tanto superficial quanto subterrânea não possui fonte mais segura de abastecimento do que as reservas existentes neste reservatório, constituindo-se numa demanda reprimida buscando solução segura. Fora isto, a bacia possui um conjunto de reservatórios implantados que não podem ser geridos a partir de uma visão pontual e sim de forma integrada.

O Plano de Bacia do Paraguaçu se encontra em construção e com certeza estas questões serão abordadas e decisões devem ser tomadas no sentido de otimizar o uso das reservas existentes e isto deverá demandar ajustes do quadro atual ao longo do tempo.

A expectativa de vazão regularizada pelo reservatório é algo da ordem de 69 m³/s, segundo estimativas realizadas na época do projeto, e para tanto o nível mínimo operacional adotado parece ter sido o da cota 106,00 m.

O quadro atual não conta com esta possibilidade de manejo das reservas, pelo menos é o que indicam as restrições de nível solicitadas pela EMBASA. Além do mais, existe uma tendência de redução da capacidade de armazenamento decorrente da deposição de materiais transportados de montante para o lago. Também os aspectos relativos ao clima proporcionaram a observação de um cenário bastante restritivo das vazões que alimentaram o reservatório no ano de 2012 e alguns que o antecederam. Sob estas novas condições de vazão e futuras tendências da capacidade de armazenamento, este estudo reduz a vazão segura com 100% de permanência para valores da ordem 47 m³/s se o mínimo operacional for 106,00 m.

Estes fatos fazem crer que grandes pressões devem ocorrer para se manter o atendimento de 21 m³/s para a RMS, mantendo-se os níveis mínimos operacionais praticados hoje em dia. Grandes esforços interinstitucionais e ações efetivas de gerenciamento na bacia são de vital importância para a ordenação do sistema que envolve Pedra do Cavalo.

Mais uma vez é interessante assinalar que estes valores de vazão regularizada têm um caráter global e devem ser tomados como um referencial, mas critérios operacionais bem estruturados podem mostrar condições de uso mais próximas de uma situação mais concreta. Um cenário foi avaliado considerando as seguintes características:

- O nível operacional entre as cotas 106,00 m e 120,00 m;
- Vazão aduzida para abastecimento humano garantida 100% do tempo igual a 27,00 m³/s (o que daria para atender o previsto para RMS e outras cidades);
- Vazão ambiental liberada para jusante igual a 10,0 m³/s, enquanto o nível do reservatório fosse superior à cota 108,00 m e igual a 6,0 m³/s entre as cotas 106,00 m e 108,00 m, garantida 100% do tempo;
- Vazão para geração de energia abaixo da cota 110,00 m igual à vazão liberada para jusante (10,0 m³/s ou 6,0 m³/s a depender no nível da água).

Com este critério operacional e sob as condições de vazão de 1980 a 2013 e com curvas Cota x Área e Cota x Volume previstas para um horizonte de 20 anos (cerca de 50 anos de operação), foi estimada a vazão capaz de ser retirada para geração (além da vazão liberada para jusante) para o reservatório com água acima da cota 110,0 m. O valor encontrado foi de 13,4 m³/s retirada 24 horas por dia. O volume correspondente a

este valor poderia ser operado por vazão maior com menor duração para atender a melhores desempenhos da turbina, desde que não provocassem danos ambientais para jusante. Da mesma forma, o critério operacional acima descrito não foi avaliado quanto às suas consequências ambientais para jusante, algo que deve ser avaliado. O exercício foi realizado tentando apresentar uma alternativa operacional para o complexo Pedra do Cavalo, capaz de operar dentro dos limites estabelecidos pelas vazões de referência estabelecidas.

2.4 RESERVATÓRIOS DO JOANES

A capacidade de atendimento relativa às barragens existentes sobre o rio Joanes (Joanes I e Joanes II) foi muito recentemente estudada e avaliada no estudo elaborado pela Fundação Escola Politécnica (FEP) para a EMBASA e a SEDUR, intitulado Projeto de Revitalização e Gestão Ambiental dos Mananciais do Sistema Joanes/Ipitanga. Neste estudo foi publicado um relatório específico cujo tema tratado foi Estudos Hidrológicos, parte integrante desse estudo publicado em 2013 (SEDUR, 2013), editado em janeiro de 2013, onde são apresentadas avaliações referentes à capacidade de regularização dos reservatórios de Joanes I e Joanes II, bem como novas estimativas para as relações entre cota e volume nos dois reservatórios.

Neste trabalho foi aplicada modelagem matemática com finalidade de avaliar alternativas operacionais entre estes dois reservatórios confrontados com expectativas de demandas do sistema de Salvador a partir destes mananciais. Uma das grandes dificuldades encontradas pelos técnicos envolvidos foi a definição dos aportes de água nestes reservatórios para alimentar os processos de avaliação. Na ausência de dados específicos sobre o regime do rio Joanes com medições diretas de vazões sobre seu leito em pontos estratégicos, foram tentados diversos procedimentos calcados nas informações disponíveis relativas ao reservatório e todas elas mostraram-se incapazes de gerar dados confiáveis para a análise pretendida pela equipe. O emprego de modelos de geração chuva vazão foi também descartado em face da inviabilidade de calibração do mesmo, decorrente da ausência de dados locais.

Por fim, a estimativa do comportamento do rio Joanes foi proporcionada pelo critério de gerar vazões nos locais de interesse do estudo com base em dados existentes e confiáveis de estações fluviométricas que operem em bacias, preferencialmente, vizinhas. A bacia de contribuição da bacia selecionada deve estar submetida ao mesmo regime de chuvas e possuir características do meio físico semelhantes. Para tanto foram utilizados os dados da estação Mata de São João, existente sobre o rio Jacuípe, já referida neste estudo quando trata da barragem de Santa Helena.

Para a realização dos balanços hídricos nos reservatórios aqueles estudos utilizaram, além dos dados e vazão gerados por proporção de área a partir do rio Jacuípe em Mata de São João, dados de chuvas que combinaram informações de Salvador e de Emboacica, evaporação correspondendo a media das normais climatológicas publicadas pelo INMET para os períodos de 1931 a 1960 e de 1961 a 1990, demandas que variavam para cada cenário de simulação estabelecido e relações entre cota do nível de água nos reservatórios e respectivos volumes acumulados e áreas do espelho d'água obtidos por batimetria realizada pelo próprio estudo, para Joanes I. Para Joanes II, reavaliações dos valores informados naquela oportunidade pela EMBASA aos contratados foram realizadas com o objetivo de reparar inconsistências encontradas nas informações.

Todos estes elementos referidos podem ser encontrados na referida publicação. Dela, foram destacadas algumas para serem incorporadas a este relatório e a seguir são apresentadas, conforme constam naquele trabalho. No **Quadro 2. 43** e no **Quadro 2. 44** constam as vazões em Joanes I e Joanes II, respectivamente, geradas a partir do Rio Jacuípe em Mata de São João para o período de 2056 a 2010.

Quadro 2. 43 - Vazões em Joanes I, geradas a partir do Rio Jacuípe em Mata de São João - em m³/s.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
1956	0,289	0,352	0,488	5,828	20,723	9,494	31,214	29,401	9,235	6,761	44,166	20,593	**14,879**
1957	10,685	2,163	19,816	28,624	23,961	23,961	19,039	11,734	5,621	2,590	1,246	0,940	**12,532**
1958	2,176	7,370	11,424	9,416	17,614	27,846	22,666	3,769	2,940	3,769	2,798	0,677	**9,372**
1959	0,922	0,530	0,714	0,356	1,904	4,041	15,154	6,942	3,225	0,548	0,256	0,202	**2,900**
1960	1,234	4,637	35,877	19,557	74,602	60,874	30,825	8,017	7,551	0,983	5,051	0,334	**20,795**
1961	0,352	0,347	0,297	12,706	3,303	21,241	11,838	3,277	0,654	0,255	0,150	0,163	**4,549**
1962	0,332	0,127	2,798	1,438	6,567	7,939	17,744	4,222	0,475	0,221	13,340	0,475	**4,640**
1963	0,194	14,636	0,466	1,360	46,108	11,074	10,763	1,943	0,293	0,137	0,223	23,054	**9,188**
1964	22,407	7,849	25,256	50,901	66,313	21,759	32,509	32,509	7,046	8,613	9,947	11,113	**24,685**
1965	3,251	1,425	1,078	7,007	4,676	15,024	6,722	7,991	2,331	3,005	2,383	1,308	**4,683**
1966	0,468	1,399	1,995	18,392	29,271	14,167	19,759	8,297	8,111	8,315	3,987	13,127	**10,607**
1967	2,290	2,246	2,311	9,504	23,754	22,082	14,247	3,678	7,758	2,124	10,077	6,890	**8,913**
1968	4,973	21,500	30,566	11,877	48,440	54,268	14,247	6,903	6,398	4,727	11,903	17,485	**19,441**
1969	2,409	11,786	23,184	14,765	44,943	25,774	15,024	6,010	3,173	2,280	1,619	8,898	**13,322**
1970	9,727	2,357	2,163	1,671	1,800	3,121	8,600	9,157	0,916	1,181	9,325	1,554	**4,298**
1971	1,013	0,767	0,365	5,712	22,795	18,651	32,768	6,191	10,478	3,523	2,344	0,925	**8,794**
1972	1,276	1,8	0,758	1,477	17,874	18,003	5,116	4,572	3,134	1,71	1,105	0,747	**4,798**
1973	0,552	0,421	2,914	4,093	16,449	39,374	14,247	4,753	15,931	19,039	12,654	8,963	**11,616**
1974	2,927	6,489	7,823	8,147	64,5	24,349	14,247	5,984	4,106	2,836	8,522	2,836	**12,731**
1975	1,502	2,655	2,422	24,09	34,322	21,111	21,759	17,744	18,392	3,873	2,5	2,694	**12,755**
1976	2,15	2,823	1,606	1,8	1,995	1,567	2,344	1,943	2,15	8,665	1,826	2,163	**2,586**
1977	2,085	1,787	2,059	2,94	19,298	17,614	7,175	2,228	1,645	19,298	1,878	3,795	**6,817**
1978	4,99	2,746	5,777	8,173	25,904	11,76	7,81	5,815	2,448	1,658	6,903	2,72	**7,225**
1979	4,611	2,215	5,529	2,668	2,979	12,589	9,558	1,956	1,58	0,887	0,811	0,864	**3,854**
1980	1,308	5,958	3,212	0,724	1,438	3,484	2,642	1,373	2,409	1,321	9,248	0,917	**2,836**
1981	0,514	0,465	9,817	16,837	4,067	4,313	16,449	2,059	1	0,567	0,583	0,381	**4,754**
1982	3,552	3,472	5,672	8,947	11,307	35,877	6,295	2,124	16,449	15,542	1,193	0,29	**9,227**
1983	3,552	2,357	5,672	3,601	18,111	2,766	1,438	5,802	1,23	1,103	1,399	5,54	**4,381**
1984	3,552	3,472	5,672	26,033	13,858	6,631	3,95	4,054	9,066	0,809	0,948	1,936	**6,665**

cont.

Continuação do Quadro 2. 43 – Vazões em Joanes I, geradas a partir do Rio Jacuípe em Mata de São João - em m³/s.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
1985	1,609	1,599	1,566	14,765	33,416	13,47	26,81	19,169	3,873	3,432	24,311	11,195	**12,935**
1986	3,355	2,461	4,417	17,874	12,473	11,799	11,747	3,121	5,271	5,194	21,111	7,395	**8,852**
1987	2,163	1,645	1,723	3,07	6,839	14,247	11,359	2,215	1,813	1,164	1,158	1,199	**4,050**
1988	3,329	0,931	2,733	5,53	12,796	22,536	24,867	10,323	4,274	2,811	2,811	20,982	**9,494**
1989	2,28	1,878	3,134	22,925	22,925	52,325	36,654	23,443	11,32	5,893	7,486	44,684	**19,579**
1990	6,554	3,639	3,044	2,733	3,134	6,67	4,753	4,274	3,549	5,569	3,639	5,569	**4,427**
1991	2,577	2,072	2,008	3,212	3,212	3,212	7,486	5,569	4,183	1,878	1,619	1,438	**3,206**
1992	1,321	7,37	2,888	1,619	1,217	2,357	6,214	3,38	1,878	1,111	0,819	1,217	**2,616**
1993	0,645	0,455	0,386	0,355	1,272	3,044	0,819	4,468	0,912	2,15	0,605	0,355	**1,289**
1994	0,188	0,188	0,355	9,52	6,67	9,921	27,328	2,888	2,733	2,811	0,686	0,42	**5,309**
1995	0,266	0,212	0,49	1,111	4,183	7,124	4,559	1,502	0,864	0,355	1,295	1,684	**1,970**
1996	0,57	0,693	0,386	11,838	8,82	27,587	5,051	4,533	5,051	1,93	3,743	3,95	**6,179**
1997	1,008	3,005	15,413	13,729	13,858	10,491	7,383	4,119	1,334	1,554	0,918	0,456	**6,106**
1998	0,29	0,493	0,262	0,61	1,995	6,644	16,967	5,051	1,736	1,116	1,066	0,386	**3,051**
1999	0,321	0,386	0,354	0,4	16,578	8,82	7,512	26,033	3,367	4,43	18,392	6,644	**7,770**
2000	2,979	2,046	3,367	9,921	23,572	13,34	13,988	17,355	12,447	6,761	3,095	2,759	**9,303**
2001	1,276	0,825	1,386	1,334	1,334	3,834	5,595	8,276	19,169	9,921	1,736	0,966	**4,638**
2002	10,763	3,704	1,502	2,215	15,672	13,34	11,851	11,514	11,773	12,343	7,072	6,942	**9,058**
2003	6,644	5,88	6,437	7,344	33,416	25,774	21,371	10,089	11,553	4,054	3,847	3,342	**11,646**
2004	17,226	4,481	2,448	1,224	1,278	11,19	5,181	7,719	4,533	5,103	5,051	4,585	**5,835**
2005	3,898	7,629	5,556	10,543	22,407	28,105	26,81	6,424	5,427	5,414	5,336	5,064	**11,051**
2006	8,704	7,849	6,657	9,235	26,292	40,021	16,007	8,535	11,462	13,34	18,521	9,377	**14,667**
2007	7,577	3,472	15,542	7,072	21,63	29,271	9,52	11,501	9,52	9,338	8,613	7,447	**11,709**
2008	6,359	5,427	7,538	9,494	11,942	13,599	19,039	10,141	7,098	4,378	3,937	7,939	**8,908**
2009	6,644	4,948	3,134	4,028	18,111	20,723	13,34	1,772	1,672	1,648	1,536	5,54	**6,925**
2010	1,497	1,497	1,505	11,771	2,179	6,16	32,3	4,73	2,389	1,7	1,547	1,557	**5,736**
Minimo	**0,188**	**0,127**	**0,262**	**0,355**	**1,217**	**1,567**	**0,819**	**1,373**	**0,293**	**0,137**	**0,150**	**0,163**	**1,289**
Média	**3,552**	**3,472**	**5,672**	**8,948**	**18,111**	**17,207**	**14,376**	**7,793**	**5,544**	**4,395**	**5,788**	**5,540**	**8,366**
Máximo	**22,407**	**21,500**	**35,877**	**50,901**	**74,602**	**60,874**	**36,654**	**32,509**	**19,169**	**19,298**	**44,166**	**44,684**	**24,685**

Fonte: EMBASA / SEDUR (2013)

Quadro 2. 44 - Vazões em Joanes II, geradas a partir do Rio Jacuípe em Mata de São João - em m³/s.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
1956	0,189	0,230	0,319	3,812	13,555	6,210	20,417	19,231	6,040	4,422	28,889	13,470	**9,732**
1957	6,989	1,415	12,962	18,723	15,673	15,673	12,454	7,675	3,677	1,694	0,815	0,615	**8,197**
1958	1,423	4,820	7,472	6,159	11,522	18,214	14,826	2,465	1,923	2,465	1,830	0,443	**6,130**
1959	0,603	0,346	0,467	0,233	1,245	2,643	9,912	4,541	2,109	0,358	0,168	0,132	**1,896**
1960	0,807	3,033	23,467	12,792	48,798	39,818	20,163	5,244	4,939	0,643	3,304	0,219	**13,602**
1961	0,230	0,227	0,194	8,311	2,160	13,894	7,743	2,143	0,428	0,167	0,098	0,107	**2,975**
1962	0,217	0,083	1,830	0,940	4,295	5,193	11,606	2,762	0,310	0,145	8,726	0,311	**3,035**
1963	0,127	9,573	0,305	0,890	30,160	7,243	7,040	1,271	0,191	0,090	0,146	15,080	**6,010**
1964	14,656	5,134	16,520	33,294	43,376	14,233	21,264	21,264	4,609	5,634	6,506	7,269	**16,147**
1965	2,126	0,932	0,705	4,583	3,058	9,827	4,397	5,227	1,525	1,965	1,559	0,856	**3,063**
1966	0,306	0,915	1,305	12,030	19,146	9,267	12,925	5,427	5,305	5,439	2,608	8,586	**6,938**
1967	1,499	1,469	1,512	6,217	15,537	14,444	9,319	2,406	5,075	1,389	6,591	4,507	**5,830**
1968	3,253	14,063	19,993	7,769	31,685	35,497	9,319	4,515	4,185	3,092	7,786	11,437	**12,716**
1969	1,576	7,709	15,165	9,658	29,397	16,859	9,827	3,931	2,076	1,491	1,059	5,820	**8,714**
1970	6,362	1,542	1,415	1,093	1,178	2,042	5,625	5,990	0,599	0,773	6,100	1,017	**2,811**
1971	0,662	0,502	0,239	3,736	14,91	12,199	21,434	4,05	6,854	2,304	1,533	0,605	**5,752**
1972	0,834	1,178	0,496	0,966	11,691	11,776	3,346	2,991	2,05	1,118	0,723	0,489	**3,138**
1973	0,361	0,275	1,906	2,677	10,759	25,754	9,319	3,109	10,42	12,454	8,277	5,862	**7,598**
1974	1,915	4,244	5,117	5,329	42,19	15,927	9,319	3,914	2,686	1,855	5,574	1,855	**8,327**
1975	0,983	1,737	1,584	15,758	22,45	13,809	14,233	11,606	12,03	2,533	1,635	1,762	**8,343**
1976	1,406	1,847	1,051	1,178	1,305	1,025	1,533	1,271	1,406	5,668	1,195	1,415	**1,692**
1977	1,365	1,169	1,347	1,923	12,623	11,522	4,693	1,457	1,076	12,623	1,228	2,482	**4,459**
1978	3,27	1,796	3,778	5,346	16,944	7,692	5,109	3,804	1,601	1,084	4,515	1,779	**4,727**
1979	3,016	1,449	3,616	1,745	1,949	8,235	6,252	1,279	1,034	0,58	0,53	0,565	**2,521**
1980	0,856	3,897	2,101	0,474	0,94	2,279	1,728	0,898	1,576	0,864	6,049	0,6	**1,855**
1981	0,336	0,304	6,422	11,013	2,66	2,821	10,759	1,347	0,654	0,371	0,381	0,249	**3,110**
1982	2,323	2,271	3,71	5,853	7,396	23,467	4,117	1,389	10,759	10,166	0,78	0,19	**6,035**
1983	2,323	1,542	3,71	2,355	11,846	1,809	0,94	3,795	0,805	0,722	0,915	3,623	**2,865**
1984	2,323	2,271	3,71	17,028	9,065	4,338	2,584	2,652	5,93	0,529	0,62	1,266	**4,360**

cont.

Continuação do Quadro 2. 44 - Vazões em Joanes II, geradas a partir do Rio Jacuípe em Mata de São João - em m³/s.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIAS ANUAIS
1985	1,052	1,046	1,024	9,658	21,857	8,811	17,537	12,538	2,533	2,245	15,902	7,323	**8,461**
1986	2,194	1,61	2,889	11,691	8,158	7,718	7,684	2,042	3,449	3,397	13,809	4,837	**5,790**
1987	1,415	1,076	1,127	2,008	4,473	9,319	7,43	1,449	1,186	0,762	0,757	0,784	**2,649**
1988	2,177	0,609	1,788	3,617	8,37	14,741	16,266	6,752	2,796	1,838	1,838	13,724	**6,210**
1989	1,491	1,228	2,05	14,995	14,995	34,226	23,975	15,334	7,404	3,855	4,897	29,228	**12,807**
1990	4,287	2,381	1,991	1,788	2,05	4,363	3,109	2,796	2,321	3,643	2,381	3,643	**2,896**
1991	1,686	1,355	1,313	2,101	2,101	2,101	4,897	3,643	2,736	1,228	1,059	0,94	**2,097**
1992	0,864	4,82	1,889	1,059	0,796	1,542	4,066	2,211	1,228	0,727	0,535	0,796	**1,711**
1993	0,422	0,297	0,252	0,232	0,832	1,991	0,535	2,923	0,596	1,406	0,396	0,232	**0,843**
1994	0,123	0,123	0,232	6,227	4,363	6,489	17,876	1,889	1,788	1,838	0,449	0,274	**3,473**
1995	0,174	0,139	0,32	0,727	2,736	4,66	2,98	0,983	0,565	0,232	0,847	1,101	**1,289**
1996	0,373	0,453	0,252	7,743	5,769	18,045	3,304	2,965	3,304	1,262	2,448	2,584	**4,042**
1997	0,659	1,965	10,081	8,98	9,065	6,862	4,829	2,694	0,873	1,017	0,601	0,298	**3,994**
1998	0,19	0,323	0,171	0,399	1,305	4,346	11,098	3,304	1,135	0,73	0,697	0,252	**1,996**
1999	0,21	0,252	0,231	0,262	10,844	5,769	4,914	17,028	2,203	2,897	12,03	4,346	**5,082**
2000	1,949	1,339	2,203	6,489	15,419	8,726	9,15	11,352	8,141	4,422	2,025	1,804	**6,085**
2001	0,834	0,54	0,906	0,873	0,873	2,508	3,66	5,413	12,538	6,489	1,135	0,632	**3,033**
2002	7,04	2,423	0,983	1,449	10,251	8,726	7,752	7,531	7,701	8,074	4,626	4,541	**5,925**
2003	4,346	3,846	4,21	4,804	21,857	16,859	13,979	6,6	7,557	2,652	2,516	2,186	**7,618**
2004	11,268	2,931	1,601	0,801	0,836	7,32	3,389	5,049	2,965	3,338	3,304	2,999	**3,817**
2005	2,55	4,99	3,634	6,896	14,656	18,384	17,537	4,202	3,55	3,541	3,49	3,312	**7,229**
2006	5,693	5,134	4,355	6,04	17,198	26,178	10,47	5,583	7,498	8,726	12,115	6,134	**9,594**
2007	4,956	2,271	10,166	4,626	14,148	19,146	6,227	7,523	6,227	6,108	5,634	4,871	**7,659**
2008	4,16	3,55	4,931	6,21	7,811	8,895	12,454	6,633	4,643	2,863	2,575	5,193	**5,827**
2009	4,346	3,236	2,05	2,635	11,846	13,555	8,726	1,159	1,094	1,078	1,005	3,623	**4,529**
2010	0,979	0,979	0,984	7,699	1,425	4,029	21,127	3,094	1,563	1,112	1,012	1,018	**3,752**
Minimo	**0,123**	**0,083**	**0,171**	**0,232**	**0,796**	**1,025**	**0,535**	**0,898**	**0,191**	**0,090**	**0,098**	**0,107**	**0,843**
Média	**2,323**	**2,271**	**3,710**	**5,853**	**11,846**	**11,255**	**9,403**	**5,097**	**3,627**	**2,875**	**3,786**	**3,623**	**5,472**
Máximo	**14,656**	**14,063**	**23,467**	**33,294**	**48,798**	**39,818**	**23,975**	**21,264**	**12,538**	**12,623**	**28,889**	**29,228**	**16,147**

Fonte: EMBASA / SEDUR (2013)

A vazão regularizada em cada um dos reservatórios foi estabelecida pelo que foi designado pelo cenário 3 naquele estudo. Neste cenário, diferentemente dos demais definidos naquele estudo, as demandas não foram definidas, uma vez que este cenário foi montado exatamente para definir a capacidade de regularização com 100% de garantia. A vazão liberada para jusante foi considerada igual a zero para as duas barragens. A conclusão a que se chegou naquele estudo, quanto à capacidade de regularização destes dois reservatórios, foi que a vazão regularizada com garantia de 100%, em Joanes II foi avaliada em 1,820 m³/s e a vazão regularizada com garantia de 100%, em Joanes I, foi de 0,600 m³/s, considerando a Barragem Joanes II, situada a montante, retirando 1,820 m³/s.

Este estudo considera que, mesmo perante a necessidade de ajustes diversos, decorrentes da falta de informações hidrológicas locais, os resultados são significativos e devem ser tomados como definidores da capacidade destes dois reservatórios.

O **Quadro 2. 45** apresenta alguns indicadores relativos às duas fontes e que são destacados em função da análise que hora se faz.

Quadro 2. 45 - Indicadores relativos aos reservatórios de Joanes I e de Joanes II

INDICADOR	SEDUR (2013)		EMBASA / INEMA (2014)	
	JOANES I	JOANES II	JOANES I	JOANES II
Nível máximo operacional (m)	16,0	30,3	16,0	30,5
Nível mínimo operacional (m)	14,5	24,9	14,5	24,9
Volume total (no NA máximo) (hm³)	13,628	108,470	18,883	137,500
Volume morto (hm³)	6,989	34,938	10,200	42,700
Volume útil (hm³)	6,640	73,532	8,683*	94,800*

*Nota: Valores obtidos pela diferença entre volume máximo e volume morto

Fonte: SEDUR (2013)

As vazões do rio Joanes foram estimadas a partir dos dados medidos no rio Jacuípe em Mata de São João, sendo considerado que as semelhanças físicas existentes entre as bacia do Joanes e do Jacuípe permitem considerar a produção de escoamento semelhante em ambas as bacias contribuintes (SEDUR, 2013). Desta forma, as vazões produzidas na bacia de contribuição do Joanes foram estimadas por proporção de área entre a bacia considerada (Joanes I ou Joanes II) e a área de contribuição do Jacuípe em Mata de São João.

A hipótese de semelhança física de fato acontece entre a área central e baixa do Jacuípe e a bacia do Joanes. As contribuições pluviométricas na bacia do Joanes devem ser maiores que a média pluviométrica na bacia do Jacuípe em Mata de São João em razão dos trechos mais à montante dessa bacia estarem inseridos em área de menor pluviosidade por serem mais afastadas do litoral. Assumir a hipótese de produção semelhante entre as duas bacias tende a ser uma hipótese que vai a favor da segurança, não devendo superestimar esta produção. Na falta de informações que proporcionem alternativas outras para esta estimativa, este caminho se apresenta como recomendável. No trabalho desenvolvido pela FEP (SEDUR, 2013) foram tentadas outras estratégias para estimar as vazões na bacia do Joanes e para todas elas os resultados obtidos foram considerados inadequados.

Os valores de vazão média mensal para o período de 1956 a 2010, obtidos a partir de tal critério para as bacias que alimentam Joanes I e Joanes II foram os que constam no **Quadro 2. 46**.

Quadro 2. 46 - Vazões média mensais (m³/s) na bacia do Joanes II estimadas pela FEP

BACIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA ANUAL
Joanes I	3,552	3,472	5,672	8,948	18,111	17,207	14,376	7,793	5,544	4,395	5,788	5,540	8,366
Joanes II	2,323	2,271	3,710	5,853	11,846	11,255	9,403	5,097	3,627	2,875	3,786	3,623	5,472

Fonte: SEDUR (2013)

Com estes dados das vazões estimadas para o período e as estimativas de relação entre cota, área e volume estabelecidas naquele estudo foi estimada a vazão máxima regularizada em Joanes I e Joanes II com 100% de permanência chegando-se aos valores de 0,600 m³/s e 1,820 m³/s, respectivamente. Cabe assinalar que a vazão para Joanes I foi obtida a partir da hipótese de operação com 100% de garantia do valor de 1,820 m³/s em Joanes II, fluindo para Joanes I apenas os volumes extravasados em Joanes II e as vazões relativas à área da bacia incremental (existente à jusante de Joanes II) com contribuição direta para Joanes I.

O **Quadro 2. 47** evidencia comparação entre os valores a que chegou o estudo da FEP (SEDUR, 2013) e os que são tradicionalmente atribuídos a estes dois reservatórios.

Quadro 2. 47 - Comparação das estimativas de vazão regularizada em Joanes I e Joanes II

Reservatório	Vazões regularizadas com 100% de permanência (m³/s)		
	IICA/INEMA*	PDAA/98**	Estudo da FEP***
Joanes I	1,240	1,200	0,600
Joanes II	2,399	3,800	1,820

Fonte:* Revisão do Balanço Hídrico do Plano Estadual de Recursos Hídricos – IICA / INEMA (2012); ** PDAA (1998); *** SEDUR (2013)

O estudo da FEP (SEDUR, 2013) analisa a operação dos dois reservatórios sob outros critérios operacionais. O que aqui está apresentado diz respeito ao cenário 3 daquele estudo, estabelecido com o intuito de avaliar a capacidade máxima de regularização de cada um dos dois reservatórios e, para tanto, foi considerado que nenhuma vazão seria obrigatoriamente lançada à jusante. Isto implica que, caso seja atendida a regulamentação do INEMA (Instrução Normativa Nº 01 já referida), a vazão disponível para abastecimento corresponde à capacidade de regularização do reservatório descontada da vazão a ser restituída para jusante da barragem.

2.5 RESERVATÓRIOS DE IPITANGA

A EMBASA opera, com o objetivo de atender às demandas de Salvador, os reservatórios de Ipitanga I e Ipitanga II ambos existentes em rio que dá nome aos barramentos. O primeiro foi construído em 1935 e o segundo em 1971, segundo a publicação Açudes Públicos da Bahia, editada em 1985 pelo Centro de Estatística e Informação (CEI), entidade vinculada à antiga Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia (SEPLANTEC) do Estado da Bahia.

O rio Ipitanga é afluente do rio Joanes e possui as mesmas dificuldades de informações hidrológicas atualizadas sobre seu regime de vazões que as existentes sobre o rio principal. Estes barramentos não foram avaliados no estudo desenvolvido pela Fundação Escola Politécnica para EMBASA/SEDUR. Não existem estações fluviométricas operando e mesmo os dados de precipitação, inclusive os de Salvador, não possuem informações atualizadas.

Para estimar a capacidade de regularização dos dois reservatórios no Ipitanga foi utilizado o balanço hídrico segundo sistemática já apresentada e designada pela sigla BHIM.

Para definir os aspectos relacionados às relações entre altura do nível de água nos reservatórios e respectivos volumes acumulados e superfície do espelho de água foram utilizadas as informações repassadas pelo INEMA/EMBASA (2014), conforme **Figura 2. 41**, da mesma forma como se procedeu para os reservatórios analisados em tópicos anteriores.

Valores informados INEMA / EMBASA					
Ipitanga I			Ipitanga II		
Cota (m)	Volume (m^3)	Área (m^2)	Cota (m)	Volume (m^3)	Área (m^2)
17	0	5.400	47,5	0	4.000
18	31.000	57.000	48,5	21.000	38.000
19	171.000	222.800	49,5	114.000	148.000
20	425.000	285.100	50,5	282.000	189.000
21	742.000	349.600	51,5	493.000	232.000
22	1.125.000	417.700	52,5	784.000	277.000
23	1.670.000	469.400	53,5	1.042.000	312.000
24	2.072.000	535.000	54,5	1.376.000	355.000
25	2.650.000	622.000	55,5	1.760.000	413.000
26	3.310.000	697.200	56,5	2.198.000	463.000
27	4.049.000	784.200	57,5	2.688.000	519.000
28	4.879.000	878.000	58,5	3.240.000	583.000
29	5.830.000	1.024.800	59,5	3.871.000	680.000
29,3	6.144.670	1.073.000	60,5	4.600.000	778.000
30	6.928.000	1.171.500			
Níveis operacionais (m)					
	mínimo	23,0	mínimo	48,43	
	máximo	29,3	máximo	60,50	

Figura 2. 41 - Cotas, áreas e volumes em Ipitanga I e II

Fonte: INEMA, 2014, EMBASA, 2014

A partir destes elementos foram estabelecidas as equações relativas às curvas cota x área e cota x volume para os dois reservatórios. O **Quadro 2. 48** apresenta as expressões por reservatório e respectivos coeficientes de correlação obtidos. Para representar os níveis mínimos e máximos operacionais foram utilizados os valores informados e já referidos.

Quadro 2. 48 - Curvas cota x área e cota x volume para Ipitanga I e Ipitanga II

RESERVATÓRIO	CURVA	EQUAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
Ipitanga I	Cota x área	$A = 24802.e^{0,1282.H}$	0.9989
	Cota x volume	$Vol = 0,0104.H^{6,0025}$	0,9958
Ipitanga II	Cota x área	$A = 145466.e^{0,1281.(H-47,5)}$	0,9989
	Cota x volume	$Vol = 26055.(H-47,5)^{2,0343}$	0,9963

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Para estimativa da capacidade de evaporação local foram calculados os valores da ETP por Hargreaves como anteriormente já explicitado nas análises dos reservatórios de Santa Helena e Pedra do Cavalo, sendo que as informações foram estabelecidas a partir dos dados relativos ao reservatório de Ipitanga I, sendo esperados valores iguais para Ipitanga II. A seguir, na **Figura 2. 42**, as informações relativas à ETP calculada.

Barragem Ipitanga I										
Temperatura média (das Médias, das Máximas e das Mínimas) Evapotranspiração Potencial (Hargreaves)										
Mês	T Med	T MAX	T min	J	dr	δs	ws	Ra	ETP HARGREAVES	
	°C	°C	°C	dias	rad	rad	rad	mm/dia	mm/dia	mm/mês
Jan	26,6	33,0	23,0	15,0	1,0	-0,4	1,7	16,4	5,3	164,9
Fev	26,7	32,8	22,7	45,0	1,0	-0,2	1,6	16,2	5,3	147,7
Mar	26,4	32,4	22,9	76,0	1,0	0,0	1,6	15,3	4,8	148,4
Abr	25,8	30,1	22,5	106,0	1,0	0,2	1,5	13,7	3,8	114,3
Mai	24,6	28,6	21,4	136,0	1,0	0,3	1,5	12,2	3,2	98,6
Jun	23,6	27,5	20,5	167,0	1,0	0,4	1,5	11,3	2,8	85,1
Jul	23,8	26,9	19,4	197,0	1,0	0,4	1,5	11,6	3,0	94,2
Ago	22,8	26,9	17,3	228,0	1,0	0,2	1,5	13,0	3,8	116,6
Set	23,8	28,4	19,9	258,0	1,0	0,0	1,6	14,6	4,1	121,9
Out	25,2	31,4	21,5	288,0	1,0	-0,2	1,6	15,8	4,9	152,2
Nov	25,5	31,2	21,7	319,0	1,0	-0,3	1,6	16,3	5,0	150,3
Dez	26,0	32,0	22,1	349,0	1,0	-0,4	1,7	16,4	5,2	161,4
Anual	25,0	30,8	21,5							1555,5

Figura 2. 42 - ETP nos reservatórios Ipitanga I e Ipitanga II

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Os valores de precipitação da estação de Emboacica, já empregados nos estudos de Santa Helena, foram empregados no balanço hídrico elaborado para as duas barragens no Ipitanga. Não foram utilizados dados relativos a Salvador por conta da inexistência de informações atualizadas para as estações existentes neste município. Mesma dificuldade encontrou a equipe de técnicos da Fundação Escola Politécnica ao estudarem o Joanes. Naquele trabalho foram unidos dados de Emboacica e Salvador. A opção feita na oportunidade presente optou por não juntar dados das duas estações e utilizar somente uma. Os valores de precipitação mensal são portanto os mesmos já apresentados anteriormente, nas análises sobre Santa Helena.

Para estimar as vazões em Ipitanga I e Ipitanga II foi utilizado o mesmo recurso adotado no Joanes. As vazões foram geradas a partir da aceitação de que a produtividade específica das bacias do Ipitanga é a mesma apresentada pelo rio Jacuípe em Mata de São João. Desta forma, em cada uma das barragens e o produto da vazão mensal medida no rio Jacuípe em Mata de São João dividida pela área de sua bacia de contribuição multiplicada pela área de contribuição correspondente aos reservatórios de Ipitanga I e Ipitanga II.

As bacias de contribuição para cada uma destes locais de interesse são 440 km² (Jacuípe em Mata de São João), 27,4 km² para Ipitanga II, que fica mais à montante, e 49,4 km² para Ipitanga I, sendo que a bacia correspondente à área que se situa entre os eixos das duas barragens corresponde a um valor de 22 km². Por conta da existência de Ipitanga II à montante de Ipitanga I, a geração de vazões adotou, para esta última, a soma dos escoamentos formados na bacia incremental entre os dois reservatório acrescida do volume extravasado em Ipitanga II, quando existente, transformado em vazão equivalente (vazão constante ao longo do mês que produz exatamente o volume mensal extravasado).

A **Figura 2. 43** seguir apresenta os resultados encontrados para alimentação do reservatório de Ipitanga II, com os valores obtidos a partir do critério de proporção de área entre as bacias referentes a este local e o rio Jacuípe em Mata de São João.

Ano	Mês												Médias anuais
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1986	0,161	0,118	0,212	0,859	0,600	0,567	0,565	0,150	0,253	0,250	1,015	0,356	0,426
1987	0,104	0,079	0,083	0,148	0,329	0,685	0,546	0,106	0,087	0,056	0,056	0,058	0,195
1988	0,160	0,045	0,131	0,266	0,615	1,082	1,197	0,497	0,205	0,135	0,135	1,008	0,456
1989	0,110	0,090	0,150	1,101	1,101	2,517	1,763	1,129	0,544	0,283	0,360	2,150	0,942
1990	0,315	0,175	0,147	0,131	0,150	0,321	0,229	0,205	0,171	0,268	0,175	0,268	0,213
1991	0,124	0,100	0,097	0,154	0,154	0,154	0,360	0,268	0,201	0,090	0,078	0,069	0,154
1992	0,064	0,354	0,139	0,078	0,059	0,113	0,299	0,162	0,090	0,053	0,039	0,059	0,126
1993	0,031	0,022	0,019	0,017	0,061	0,147	0,039	0,215	0,044	0,103	0,029	0,017	0,062
1994	0,009	0,009	0,017	0,457	0,321	0,477	1,316	0,139	0,131	0,135	0,033	0,020	0,255
1995	0,013	0,010	0,024	0,053	0,201	0,343	0,219	0,072	0,042	0,017	0,063	0,081	0,095
1996	0,027	0,033	0,019	0,569	0,424	1,325	0,243	0,218	0,243	0,093	0,180	0,190	0,297
1997	0,048	0,145	0,740	0,660	0,668	0,505	0,355	0,198	0,064	0,075	0,044	0,022	0,294
1998	0,014	0,024	0,013	0,029	0,096	0,320	0,815	0,243	0,084	0,054	0,051	0,019	0,147
1999	0,015	0,019	0,017	0,019	0,798	0,424	0,361	1,253	0,162	0,213	0,884	0,320	0,374
2000	0,143	0,098	0,162	0,477	1,134	0,644	0,675	0,832	0,599	0,325	0,149	0,132	0,448
2001	0,061	0,040	0,067	0,064	0,064	0,184	0,269	0,398	0,919	0,477	0,084	0,046	0,223
2002	0,517	0,178	0,072	0,106	0,751	0,642	0,570	0,553	0,566	0,593	0,340	0,334	0,435
2003	0,320	0,283	0,310	0,353	1,608	1,240	1,029	0,485	0,556	0,195	0,185	0,161	0,560
2004	0,831	0,216	0,118	0,059	0,061	0,538	0,249	0,371	0,218	0,245	0,243	0,221	0,281
2005	0,187	0,367	0,267	0,507	1,076	1,350	1,289	0,309	0,261	0,260	0,256	0,243	0,531
Médias	0,163	0,120	0,140	0,305	0,513	0,679	0,619	0,390	0,272	0,196	0,220	0,289	0,326

Figura 2. 43 - Vazões estimadas para Ipitanga II

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A partir destes elementos e aplicada a sequência de cálculos designadas por BHIM, foi possível efetuar a estimativa da vazão regularizada por este reservatório. O quadro seguinte mostra os elementos de entrada que caracterizam o cenário considerado, chamando a atenção que o máximo valor de vazão e consumo com 100% de garantia, como pode ser observado no **Figura 2. 44** subsequente foi de 272 L/s.

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Ipitanga II	**Rio : Ipitanga**	**Município : Salvador**	**Estado : Bahia**
Fase : Operação regular	**Cenário : Maxima regularização**	**Série de vazões : Jan / 1986 a Dez / 2005**	

DADOS GERAIS

DO RESERVATÓRIO

Nível	H (m)	Vol (m^3)
U max	60,5	4.808.239
Rest unp	57	2.540.237
Rest 1	55	1.570.465
Rest 2	52	555.548
Op min	48,43	22.479

DADOS DE INICIALIZAÇÃO

Ho =	59,5	m
Ao =	675.203	m^2
Vo =	4.085.728	m^3

DO CONSUMO MÉDIO

Tipo	Q (l/s)	V (m^3)
Q amb	0,0	0
Q ab h	272,0	705.024
Qm irrig	0,0	0
Q outros	0,0	0
sobre a irrigação		
Ai =	0,0	ha
t irrig =	24,0	h / dia

DO CRITÉRIO DE OPERAÇÃO

Abaixo de	60,5	57,0	55,0	52,0
Acima de	57,0	55,0	52,0	48,4
Critério	S/ rest	Rest unp	Rest 1	Rest 2
FATORES DE ATENDIMENTO				
Qirrig	1,00	1,00	1,00	1,00
Q amb	1,00	1,00	1,00	1,00
Q ab h	1,00	1,00	1,00	1,00
Q outros	1,00	1,00	1,00	1,00

DO CONSUMO MENSAL

Mês	ETP	Qirrig	Consumos mensais para cada uso				Consumos totais mensais			
	(mm)	l/s	Qirrig m^3/mês	Q amb m^3/mês	Q ab h m^3/mês	Q outros m^3/mês	S/ rest m^3/mês	Rest unp m^3/mês	Rest 1 m^3/mês	Rest 2 m^3/mês
JAN	164,9	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
FEV	147,7	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
MAR	148,4	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
ABR	114,3	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
MAI	98,6	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
JUN	85,1	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
JUL	94,2	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
AGO	116,6	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
SET	121,9	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
OUT	152,2	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
NOV	150,3	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
DEZ	161,4	0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024
ETPanual =	1.555,5									
Q med =		0,000	0	0	705.024	0	705.024	705.024	705.024	705.024

Curvas cota x área x volume

Curva	Tipo	Coeficientes k	Coeficientes m
a = f(h)	$k.e^{m.h}$	330,57	0,1281
V = f(h)	$k.(h-47,5)^m$	26055	2,0343

Figura 2. 44 - Entradas no BHIM para Ipitanga II

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Com estes elementos, os resultados encontrados estão disponibilizados na **Figura 2. 45**.

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Ipitanga II	Rio : Ipitanga	Município : Salvador	Estado : Bahia
Fase : Operação regular	Cenário : Maxima regularização	Série de vazões : Jan / 1986 a Dez / 2005	

Síntese das Saídas da Simulação

Parâmetro	Contagem	%					
Total de meses simulados	240	100,0	Q afl med =	0,326	m^3/s	Q evap med =	0,0348	m^3/s
Extravasamentos	139	57,9	Q jus med =	589,18	l/s	Q evap med =	10,7	% Q afl med
Perm H Rest unp	218	90,8	Q reg nom =	272,00	l/s	A_{EVAP} med =	70,46	ha
Perm H rest 1	235	97,9	Q reg efet =	272,00	l/s	V_{EVAP} med =	2,2	% V_{RES} med
Perm H rest 2	239	99,6	Q jus-cons=	317,18	l/s	H_{RES} med =	59,6	m
Perm H op min	240	100,0	Efetiv reg =	83,5	% Q afl med	H_{RES} med =	98,6	% Hu max
Falhas	0	0,0	Red Q jus =	181,0	% Q afl med	A_{RES} (H med) =	0,06	ha
			Red Q j-c =	97,4	% Q afl med	Desv pad H_{RES}	1,7	m

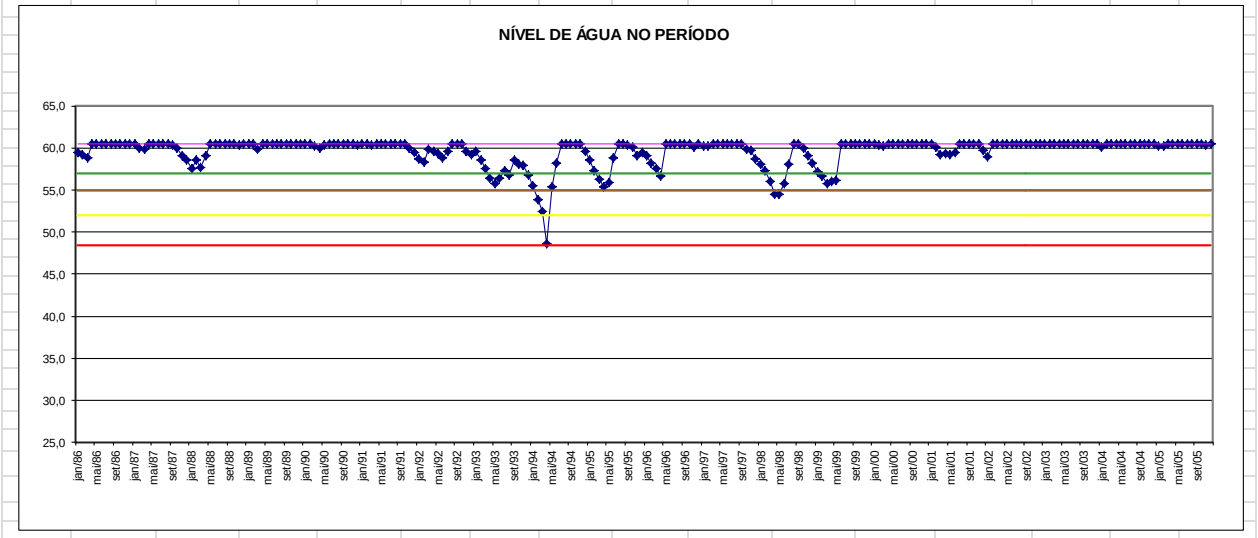


Figura 2. 45 - Saídas do BHIM para Ipitanga II

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Com este comportamento de Ipitanga II, foi identificado o conjunto de meses com extravasamento e respectivos valores de volume extravasado, apresentados na **Figura 2. 46** a seguir.

Ano	Mês (volumes em m^3)												Médias anuais
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1986	0	0	0	1.291.841	1.207.926	1.129.969	1.109.565	14.708	278.573	254.817	2.263.971	497.233	8.048.604
1987	0	0	0	0	53.742	1.468.746	1.055.291	0	0	0	0	0	2.577.778
1988	0	0	0	0	249.887	2.522.280	2.795.433	916.150	141.794	0	0	2.144.240	8.769.784
1989	0	0	0	2.223.765	2.699.152	6.214.526	4.254.735	2.562.838	1.028.516	356.116	505.587	5.199.792	25.045.026
1990	390.337	31.440	0	0	0	429.316	250.818	158.651	86.841	280.630	31.830	303.694	1.963.556
1991	0	0	0	0	0	0	417.543	377.870	137.428	0	0	0	932.841
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	589.874	0	0	0	0	0	589.874
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	1.792.300	270.505	185.368	256.901	0	0	0	2.505.074
1997	0	0	1.240.380	1.385.189	1.381.791	975.812	584.270	120.883	0	0	0	0	5.688.325
1998	0	0	0	0	0	0	0	18.607	0	0	0	0	18.607
1999	0	0	0	0	0	74.578	599.238	2.920.775	51.625	167.417	1.924.862	422.883	6.161.377
2000	0	0	0	717.079	2.601.034	1.358.147	1.408.362	1.796.229	1.205.904	414.386	0	0	9.501.141
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	1.981.335	878.009	0	0	2.859.344
2002	445.727	47.261	0	0	1.329.860	1.337.533	1.148.265	1.070.650	1.084.062	1.103.776	460.648	436.104	8.463.886
2003	393.475	322.708	460.899	538.873	3.859.881	2.893.081	2.338.539	901.859	1.082.993	104.639	75.200	0	12.972.147
2004	1.797.372	143.527	0	0	0	554.641	325.329	587.437	165.880	211.024	243.317	131.743	4.160.270
2005	55.913	570.759	298.567	1.037.785	2.451.054	3.230.147	3.045.150	436.276	274.377	243.519	294.064	210.878	12.148.488
Médias	154.141	55.785	99.992	359.727	791.716	1.199.054	1.009.646	603.415	388.811	200.717	289.974	467.328	5.620.306

Figura 2. 46 - Volumes extravazados estimados para Ipitanga II no cenário de máxima vazão regularizada com 100% de garantia

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Transformados estes volumes em vazão equivalente e adicionados aos valores estimados para a bacia incremental entre Ipitanga II e Ipitanga I, foi possível avaliar as vazões de alimentação de Ipitanga I, a seguir apresentadas.

Ano	Vazão média mensal (m^3/s) de janeiro a junho																	
	1			2			3			4			5			6		
	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**
1986	0,161	0,000	**0,130**	0,118	0,000	**0,095**	0,212	0,000	**0,171**	0,859	0,492	**1,182**	0,600	0,460	**0,941**	0,567	0,430	**0,885**
1987	0,104	0,000	**0,084**	0,079	0,000	**0,064**	0,083	0,000	**0,067**	0,148	0,000	**0,119**	0,329	0,020	**0,284**	0,685	0,559	**1,109**
1988	0,160	0,000	**0,129**	0,045	0,000	**0,036**	0,131	0,000	**0,105**	0,266	0,000	**0,214**	0,615	0,095	**0,589**	1,082	0,960	**1,829**
1989	0,110	0,000	**0,088**	0,090	0,000	**0,072**	0,150	0,000	**0,121**	1,101	0,846	**1,730**	1,101	1,027	**1,911**	2,517	2,365	**4,385**
1990	0,315	0,149	**0,401**	0,175	0,012	**0,152**	0,147	0,000	**0,118**	0,131	0,000	**0,105**	0,150	0,000	**0,121**	0,321	0,163	**0,421**
1991	0,124	0,000	**0,100**	0,100	0,000	**0,080**	0,097	0,000	**0,078**	0,154	0,000	**0,124**	0,154	0,000	**0,124**	0,154	0,000	**0,124**
1992	0,064	0,000	**0,051**	0,354	0,000	**0,284**	0,139	0,000	**0,111**	0,078	0,000	**0,063**	0,059	0,000	**0,047**	0,113	0,000	**0,091**
1993	0,031	0,000	**0,025**	0,022	0,000	**0,018**	0,019	0,000	**0,015**	0,017	0,000	**0,014**	0,061	0,000	**0,049**	0,147	0,000	**0,118**
1994	0,009	0,000	**0,007**	0,009	0,000	**0,007**	0,017	0,000	**0,014**	0,457	0,000	**0,367**	0,321	0,000	**0,257**	0,477	0,000	**0,383**
1995	0,013	0,000	**0,010**	0,010	0,000	**0,008**	0,024	0,000	**0,019**	0,053	0,000	**0,043**	0,201	0,000	**0,161**	0,343	0,000	**0,275**
1996	0,027	0,000	**0,022**	0,033	0,000	**0,027**	0,019	0,000	**0,015**	0,569	0,000	**0,457**	0,424	0,000	**0,340**	1,325	0,682	**1,746**
1997	0,048	0,000	**0,039**	0,145	0,000	**0,116**	0,740	0,472	**1,066**	0,660	0,527	**1,057**	0,668	0,526	**1,062**	0,505	0,371	**0,777**
1998	0,014	0,000	**0,011**	0,024	0,000	**0,019**	0,013	0,000	**0,010**	0,029	0,000	**0,024**	0,096	0,000	**0,077**	0,320	0,000	**0,257**
1999	0,015	0,000	**0,012**	0,019	0,000	**0,015**	0,017	0,000	**0,014**	0,019	0,000	**0,015**	0,798	0,000	**0,640**	0,424	0,028	**0,369**
2000	0,143	0,000	**0,115**	0,098	0,000	**0,079**	0,162	0,000	**0,130**	0,477	0,273	**0,656**	1,134	0,990	**1,900**	0,644	0,517	**1,034**
2001	0,061	0,000	**0,049**	0,040	0,000	**0,032**	0,067	0,000	**0,053**	0,064	0,000	**0,051**	0,064	0,000	**0,051**	0,184	0,000	**0,148**
2002	0,517	0,170	**0,585**	0,178	0,018	**0,161**	0,072	0,000	**0,058**	0,106	0,000	**0,086**	0,751	0,506	**1,109**	0,642	0,509	**1,025**
2003	0,320	0,150	**0,406**	0,283	0,123	**0,350**	0,310	0,175	**0,424**	0,353	0,205	**0,489**	1,608	1,469	**2,760**	1,240	1,101	**2,096**
2004	0,831	0,684	**1,351**	0,216	0,055	**0,228**	0,118	0,000	**0,095**	0,059	0,000	**0,047**	0,061	0,000	**0,049**	0,538	0,211	**0,643**
2005	0,187	0,021	**0,172**	0,367	0,217	**0,511**	0,267	0,114	**0,328**	0,507	0,395	**0,802**	1,076	0,933	**1,797**	1,350	1,229	**2,313**
Médias	0,163	0,059	0,189	0,120	0,021	0,118	0,140	0,038	0,150	0,305	0,137	0,382	0,513	0,301	0,714	0,679	0,456	1,001

Figura 2. 47 - Vazão em Ipitanga I (bacia incremental, equivalentes ao volume extravasado de Ipitanga II e total) de janeiro a junho

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Ano	Vazão média mensal (m^3/s) de julho a dezembro e médias anuais																		Vazões médias anuais		
	7			8			9			10			11			12					
	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	**Total**	produzida na área incremental	Extravazado Ipitanga 2	Total
1986	0,565	0,422	**0,876**	0,150	0,006	**0,126**	0,253	0,106	**0,310**	0,250	0,097	**0,297**	1,015	0,861	**1,676**	0,356	0,189	**0,475**	5,107	3,063	7,163
1987	0,546	0,402	**0,840**	0,106	0,000	**0,086**	0,087	0,000	**0,070**	0,056	0,000	**0,045**	0,056	0,000	**0,045**	0,058	0,000	**0,046**	2,336	0,981	2,857
1988	1,197	1,064	**2,025**	0,497	0,349	**0,747**	0,205	0,054	**0,219**	0,135	0,000	**0,108**	0,135	0,000	**0,108**	1,008	0,816	**1,626**	5,477	3,337	7,734
1989	1,763	1,619	**3,034**	1,129	0,975	**1,882**	0,544	0,391	**0,828**	0,283	0,136	**0,363**	0,360	0,192	**0,481**	2,150	1,979	**3,705**	11,298	9,530	18,602
1990	0,229	0,095	**0,279**	0,205	0,060	**0,225**	0,171	0,033	**0,170**	0,268	0,107	**0,322**	0,175	0,012	**0,153**	0,268	0,116	**0,331**	2,554	0,747	2,798
1991	0,360	0,159	**0,448**	0,268	0,144	**0,359**	0,201	0,052	**0,214**	0,090	0,000	**0,072**	0,078	0,000	**0,063**	0,069	0,000	**0,056**	1,850	0,355	1,840
1992	0,299	0,000	**0,240**	0,162	0,000	**0,130**	0,090	0,000	**0,072**	0,053	0,000	**0,043**	0,039	0,000	**0,032**	0,059	0,000	**0,047**	1,509	0,000	1,212
1993	0,039	0,000	**0,032**	0,215	0,000	**0,172**	0,044	0,000	**0,035**	0,103	0,000	**0,083**	0,029	0,000	**0,023**	0,017	0,000	**0,014**	0,743	0,000	0,597
1994	1,316	0,224	**1,281**	0,139	0,000	**0,111**	0,131	0,000	**0,105**	0,135	0,000	**0,108**	0,033	0,000	**0,027**	0,020	0,000	**0,016**	3,065	0,224	2,685
1995	0,219	0,000	**0,176**	0,072	0,000	**0,058**	0,042	0,000	**0,033**	0,017	0,000	**0,014**	0,063	0,000	**0,050**	0,081	0,000	**0,065**	1,137	0,000	0,913
1996	0,243	0,103	**0,298**	0,218	0,071	**0,245**	0,243	0,098	**0,293**	0,093	0,000	**0,074**	0,180	0,000	**0,144**	0,190	0,000	**0,152**	3,562	0,953	3,814
1997	0,355	0,222	**0,507**	0,198	0,046	**0,205**	0,064	0,000	**0,051**	0,075	0,000	**0,060**	0,044	0,000	**0,035**	0,022	0,000	**0,018**	3,523	2,165	4,993
1998	0,815	0,000	**0,654**	0,243	0,007	**0,202**	0,084	0,000	**0,067**	0,054	0,000	**0,043**	0,051	0,000	**0,041**	0,019	0,000	**0,015**	1,759	0,007	1,420
1999	0,361	0,228	**0,518**	1,253	1,111	**2,117**	0,162	0,020	**0,150**	0,213	0,064	**0,235**	0,884	0,732	**1,442**	0,320	0,161	**0,417**	4,483	2,345	5,944
2000	0,675	0,536	**1,078**	0,832	0,683	**1,351**	0,599	0,459	**0,940**	0,325	0,158	**0,419**	0,149	0,000	**0,120**	0,132	0,000	**0,106**	5,371	3,615	7,928
2001	0,269	0,000	**0,216**	0,398	0,000	**0,320**	0,919	0,754	**1,492**	0,477	0,334	**0,717**	0,084	0,000	**0,067**	0,046	0,000	**0,037**	2,673	1,088	3,235
2002	0,570	0,437	**0,894**	0,553	0,407	**0,852**	0,566	0,413	**0,867**	0,593	0,420	**0,896**	0,340	0,175	**0,448**	0,334	0,166	**0,434**	5,224	3,221	7,415
2003	1,029	0,890	**1,716**	0,485	0,343	**0,732**	0,556	0,412	**0,858**	0,195	0,040	**0,196**	0,185	0,029	**0,177**	0,161	0,000	**0,129**	6,723	4,936	10,334
2004	0,249	0,124	**0,324**	0,371	0,224	**0,521**	0,218	0,063	**0,238**	0,245	0,080	**0,277**	0,243	0,093	**0,288**	0,221	0,050	**0,227**	3,370	1,583	4,289
2005	1,289	1,159	**2,193**	0,309	0,166	**0,414**	0,261	0,104	**0,314**	0,260	0,093	**0,302**	0,256	0,112	**0,318**	0,243	0,080	**0,276**	6,373	4,623	9,739
Médias	0,619	0,384	0,882	0,390	0,230	0,543	0,272	0,148	0,366	0,196	0,076	0,234	0,220	0,110	0,287	0,289	0,178	0,410	3,907	2,139	5,276

Figura 2. 48 - Vazão em Ipitanga I (bacia incremental, equivalentes ao volume extravasado de Ipitanga II e total) de julho a dezembro

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Os valores que alimentaram os cenários utilizados para estimar a vazão regularizada estão assinalados em negrito nos dois quadros precedentes. Além destas vazões, os demais elementos que caracterizam o cenário simulado estão na **Figura 2. 49** e na **Figura 2. 50**, a seguir.

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Ipitanga I	**Rio : Ipitanga**	**Município : Salvador**	**Estado : Bahia**
Fase : Operação regular	**Cenário : Maxima regularização**		**Série de vazões : Jan / 1986 a Dez / 2005**

DADOS GERAIS

DO RESERVATÓRIO

Nível	H (m)	Vol (m^3)
U max	29,3	6.635.998
Rest unp	28	5.053.583
Rest 1	26	3.238.999
Rest 2	25	2.559.577
Op min	23	1.551.689

DADOS DE INICIALIZAÇÃO

Ho =	29	m
Ao =	1.021.190	m^2
Vo =	6.238.459	m^3

DO CONSUMO MÉDIO

Tipo	Q (l/s)	V (m^3)
Q amb	0,0	0
Q ab h	127,0	329.184
Qm irrig	0,0	0
Q outros	0,0	0

sobre a irrigação

Ai =	0,0	ha
t irrig =	24,0	h / dia

DO CRITÉRIO DE OPERAÇÃO

Abaixo de	29,3	28,0	26,0	25,0
Acima de	28,0	26,0	25,0	23,0
Critério	S/ rest	Rest unp	Rest 1	Rest 2

FATORES DE ATENDIMENTO

Qirrig	1,00	1,00	1,00	1,00
Q amb	1,00	1,00	1,00	1,00
Q ab h	1,00	1,00	1,00	1,00
Q outros	1,00	1,00	1,00	1,00

DO CONSUMO MENSAL

Mês	ETP (mm)	Qirrig l/s	Consumos mensais para cada uso: Qirrig m^3/mês	Q amb m^3/mês	Q ab h m^3/mês	Q outros m^3/mês	Consumos totais mensais: S/ rest m^3/mês	Rest unp m^3/mês	Rest 1 m^3/mês	Rest 2 m^3/mês
JAN	164,9	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
FEV	147,7	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
MAR	148,4	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
ABR	114,3	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
MAI	98,6	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
JUN	85,1	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
JUL	94,2	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
AGO	116,6	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
SET	121,9	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
OUT	152,2	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
NOV	150,3	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
DEZ	161,4	0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184
ETPanual =	1.555,5									
Q med =		0,000	0	0	329.184	0	329.184	329.184	329.184	329.184

Curvas cota x área x volume			
Curva	Tipo	Coeficientes k	m
a = f(h)	$k.e^{m.h}$	24802	0,1282
V = f(h)	$k.h^m$	0,0104	6,0025

Figura 2. 49 - Entradas no BHIM para Ipitanga I

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A partir destes elementos chegou-se ao comportamento representado nas saídas a seguir apresentadas.

BHIM - **B**ALANÇO **H**ÍDRICO **I**TERATIVO **M**ENSAL EM UM RESERVATÓRIO

AÇUDE: Ipitanga I	**Rio : Ipitanga**	**Município : Salvador**	**Estado : Bahia**
Fase : Operação regular	**Cenário : Maxima regularização**		**Série de vazões : Jan / 1986 a Dez / 2005**

Síntese das Saídas da Simulação

Parâmetro	Contagem	%					
			Q afl med =	0,440	m^3/s	Q evap med =	0,0495 m^3/s
Total de meses simulados	240	100,0	Q jus med =	462,21	l/s	Q evap med =	11,3 % Q afl med
Extravasamentos	107	44,6	Q reg nom =	127,00	l/s	A_{EVAP} med =	100,28 ha
Perm H Rest unp	201	83,8	Q reg efet =	127,00	l/s	V_{EVAP} med =	2,2 % V_{RES} med
Perm H rest 1	233	97,1	Q jus-cons=	335,21	l/s	H_{RES} med =	28,7 m
Perm H rest 2	236	98,3	Efetiv reg =	28,9	% Q afl med	H_{RES} med =	97,9 % Hu max
Perm H op min	240	100,0	Red Q jus =	105,1	% Q afl med	A_{RES} (H med) =	3,81 ha
Falhas	0	0,0	Red Q j-c =	76,2	% Q afl med	Desv pad H_{RES}	1,0 m

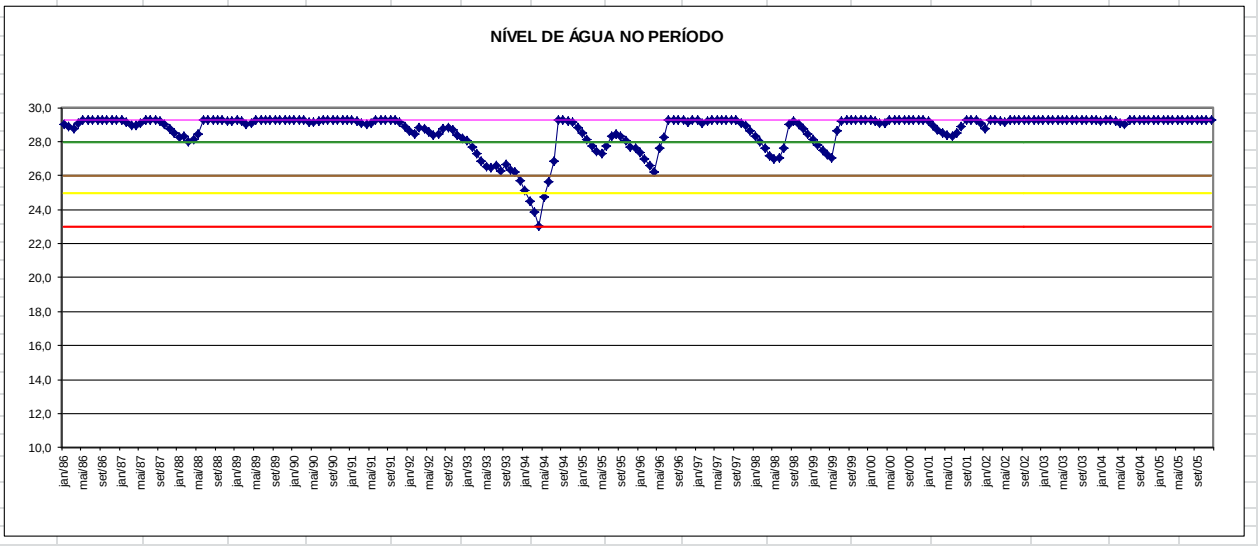


Figura 2. 50 - Saídas do BHIM para Ipitanga I, considerando Ipitanga II operando segundo o que anteriormente foi mostrado

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Com estes elementos chegou-se ao valor de 127 L/s para a vazão regularizada neste reservatório, valor este decorrente da alimentação do reservatório influenciada pelo controle feito em Ipitanga II.

Chama a atenção a maior capacidade de regularização de Ipitanga II quando comparado com Ipitanga I, diferentemente do que tradicionalmente se acredita. Comparando algumas informações é possível uma reflexão sobre estes resultados.

O volume útil, segundo as informações levantadas junto ao INEMA e, informado a este órgão pela EMBASA, está situado entre as cotas 48,43m e 60,50 m em Ipitanga II perfazendo um volume útil superior a 4.500.000 m^3 enquanto em Ipitanga I, este volume foi estimado em cerca de 5.300.000 m^3, com os níveis operacionais entre as cotas 23,0 m e 29,3 m, portanto são reservatórios de porte semelhante. Por outro lado, a área de contribuição de Ipitanga II, 27,4 km^2, é superior à área incremental (existente à jusante de Ipitanga II e que contribui diretamente para Ipitanga I) a de Ipitanga I, cerca de 22 km^2. Isto faz crer, dentro do princípio de proporcionalidade de área para a formação de vazão afluente aos reservatórios, que as contribuições que aportam a Ipitanga II são maiores que aquelas que chegam diretamente a Ipitanga I, fato que pode justificar os resultados obtidos. Vale lembrar que os volumes extravazados de Ipitanga II para Ipitanga I ajudam no comportamento do reservatório, entretanto, no período de maior estiagem (que é o que define a vazão regularizada com 100% de permanência) não há este tipo de contribuição, ficando o reservatório a mercê, exclusivamente, dos aportes diretos de sua bacia incremental.

A título de ilustração, foi simulado Ipitanga I sem reservatório à montante e o resultado elevou a vazão regularizada com 100% de permanência de 127 L/s para 192 L/s. Os resultados evidenciam as limitações decorrentes do porte do reservatório proporcionando escoamento pelo extravasor em cerca de 60% do tempo, fato que deve ter motivado a construção de outro reservatório em local onde este se mostrasse oportuno.

O presente estudo utilizou o mesmo princípio daquele empregado pela FEP (SEDUR, 2013) para a estimativa de vazões nas bacias de contribuição de Ipitanga I e Ipitanga II. Os valores médios a que se chegou para as bacias de contribuição de Ipitanga I e Ipitanga II são as que se apresentam no **Quadro 2. 49.**

Quadro 2. 49 - Vazões médias estimadas para as bacias de Ipitanga I e Ipitanga II

BACIA	VAZÕES (m³/s)												MÉDIAS ANUAIS
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
IPITANGA I	0,131	0,097	0,112	0,245	0,412	0,545	0,497	0,313	0,218	0,157	0,177	0,232	0,261
IPITANGA II	0,163	0,120	0,140	0,305	0,513	0,679	0,619	0,390	0,272	0,196	0,220	0,289	0,326

Fonte: GEOHIDRO, 2014

As curvas Cota x Volume foram estimadas a partir dos dados de área correspondentes às curvas de nível informadas pela EMBASA. O **Quadro 2. 50** apresenta alguns indicadores relativos aos reservatórios de Ipitanga I e Ipitanga II.

Quadro 2. 50 - Parâmetros Indicadores dos reservatórios de Ipitanga I e Ipitanga II

INDICADOR	EMBASA / INEMA	
	IPITANGA I	IPITANGA II
Nível máximo operacional (m)	29,3	60,50
Nível mínimo Operacional (m)	23,0	48,43
Volume Total (no NA máximo) (hm³)	6,144	4,600
Volume morto (hm³)	1,670	0,021
Volume útil (hm³)	4,474	4,579

Fonte: EMBASA / INEMA, 2014

Simulado o balanço hídrico dos dois reservatórios foi possível estimar a vazão regularizada em cada um deles. Da mesma forma que nos reservatórios do Joanes, o aporte para Ipitanga I foi obtido a partir do extravasado de Ipitanga II adicionado às contribuições da bacia incremental entre os dois reservatórios. Os valores obtidos e aqueles tradicionalmente esperados para os dois reservatórios estão no **Quadro 2.51**.

Quadro 2. 51 - Comparação das estimativas de vazão regularizada em Ipitanga I e Ipitanga II

Reservatório	Vazões regularizadas com 100% de permanência (m³/s)		
	IICA/INEMA*	EMBASA**	GEOHIDRO***
Ipitanga I	0,300	0,500	0,127
Ipitanga II	0,290	0,400	0,272

Fonte:* Revisão do Balanço Hídrico do Plano Estadual de Recursos Hídricos – IICA / INEMA (2012); ** EMBASA; *** Estimadas neste estudo (GEOHIDRO, 2014)

A falta de informações medidas nas bacias de contribuição desses reservatórios tem reflexo sobre os resultados encontrados, mas mesmo com as limitações decorrentes deste fato é possível que o processo de alteração do uso do solo esteja impactando na capacidade de armazenamento desses reservatórios, assim como reduzindo as vazões em períodos de estiagem, ampliando as diferenças entre demandas e

disponibilidades, e com isto, alterando o balanço de massas que define a relação entre reservas armazenadas e vazão regularizada.

A urbanização crescente na bacia do Ipitanga potencializa a demanda por agregar aos reservatórios nele implantados o uso para controle de cheias, oportunizando conflitos operacionais entre este uso e o abastecimento humano.

2.6 DISPONIBILIDADE HÍDRICA DOS RESERVATÓRIOS

A partir das hipóteses estabelecidas foi possível chegar a valores atuais de referência, que constituem as capacidades de atendimento revisadas desses reservatórios, a serem consideradas no balanço entre demandas de abastecimento e disponibilidades dos mananciais, tendo em vista à montagem de estratégias para enfrentamento dos problemas que devem ser esperados ao longo do período de alcance do Plano.

Quadro 2. 52 - Síntese da disponibilidade hídrica dos reservatórios analisados

RESERVATÓRIO	NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL	VAZÕES (m³/s)							
		REGULARIZADAS COM PERMANÊNCIA DE:			DE RESTITUIÇÃO A JUSANTE DA BARRAGEM, EM REGIME:		DISPONÍVEIS PARA ABASTECIMENTO DA RMS, COM PERMANÊNCIA DE:		
		100%	95%	90%	NORMAL	DE ESCASSEZ	100%	95%	90%
Santa Helena	17,00 m	4,05	5,64	6,64	1,99	0,50	2,05	3,65	4,65
	10,00 m	6,60	8,36	9,96			4,60	6,37	7,97
Pedra do Cavalo	110,00 m	37,72	49,03	57,44	10,00*	-	21,00*	21,00*	21,00*
	108,00 m	41,33	52,54	60,07					
	106,00 m	47,15	59,97	67,17					
Joanes I	14,50 m	0,60**	0,84***	1,04***	0,21***	0,05***	0,39	0,63	0,83
Joanes II	24,90 m	1,82**	2,54***	3,15***	0,63***	0,16***	1,19	1,91	2,52
Ipitanga I	23,00 m	0,13	0,18	0,22	0,04	0,01	0,08	0,13	0,18
Ipitanga II	48,43 m	0,27	0,38	0,47	0,09	0,02	0,18	0,28	0,38

Fontes: Estimadas neste estudo (**GEOHIDRO, 2014**); * Valores definidos em estudos do projeto da barragem Pedra do Cavalo; ** Valores do estudo elaborado pela FEP (**SEDUR, 2013**); *** Valores estimados por critério de proporcionalidade entre dados encontrados para os reservatórios Ipitanga I e II, sujeitos às mesmas características climáticas dos reservatórios Joanes I e II.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). **Hidroweb**: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em:<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>. 2014

CENTRO DE PLANEJAMENTO DA BAHIA. (BAHIA / SEPLANTEC / CEPLAB). **Atlas Climatológico do Estado da Bahia: análise espacial da temperatura. Documento n. 1**. Salvador, 1976. v.1, 237p. Editado pelo antigo Centro de Estatística e Informação – CEI, da Secretaria de Planejamento Ciência e Tecnologia, entidade que atualmente corresponde ao SEI

BAHIA, Secretaria de Desenvolvimento Urbano. **Livro das Barragens**. SEDUR: Embasa – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A., Jorge Luis Rocha de Amorim. Salvador, 2006, 94p. il.

BAHIA. **Instrução Normativa Nº 01, de 27 de fevereiro de 2007**, dispõe sobre a emissão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Bahia, assim como a sua renovação, ampliação, alteração, transferência, revisão, suspensão e extinção, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.meioambiente.ba.gov.br/legislacao/instrucoes/instrucao_inga_01.pdf>

BRASIL. **Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 22 mar. 2014.

EMBASA. **Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe.** Elaborado pela GEOHIDRO, março de 1996.

EMBASA. **Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água de Salvador Extensivo aos Demais Municípios da RMS**. Hydros, 1998.

GENZ, F. 2006. **Avaliação dos Efeitos da Barragem Pedra do Cavalo sobre a Circulação Estuarina do Rio Paraguaçu e Baía de Iguape**. Tese de doutorado. Instituto de Geociências. UFBA. 245p. Disponível em: <http://www.pggeologia.ufba.br/FTP/tese/tex_200 118414>.

IICA - Instituto Interamericano de Cooperação Para a Agricultura. **Balanço Hídrico para a Revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Quarto Produto – Relatório Técnico. Contratos nº 109057, 109058 e 109059. Consultores José Mário Guimarães Miranda, Rosa Virgínia Maia Guimarães Miranda e Nilton Sousa Santana. 2012.

SEDUR/EMBASA. **Projeto de Revitalização e Gestão Ambiental dos Mananciais do Sistema Joanes/Ipitanga**. Estudos Hidrológicos. Janeiro de 2013.

SEMA-BA e SEPLAN-BA. **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado da Bahia. Plano de Desenvolvimento Sustentável da Bahia - PDS.** Elaborado pela GEOHIDRO, setembro de 2012.

VIRÃES, Múcio Valença. **Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras: estudo da vazão de 95% de permanência da sub-bacia 50 – Bacias dos rios Itapicuru, Vaza Barris, Real, Inhambupe, Pojuca, Sergipe, Japaratuba, Subaúma e Jacuípe**. / Múcio Valença Virães. – Recife: CPRM, 2013. 154p.: il.; 2 anexos + 1 DVD. Projeto Disponibilidade Hídrica do Brasil - Estudos de Regionalização nas Bacias Hidrográficas Brasileiras. Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/rehi/regionalizacao/sub_bacia_50/relatorio_sub_bacia50.pdf