PRODUTO 14
REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE CONTROLE ÀS PERDAS

RELATÓRIO 14

Junho - 2025

SUMÁRIO

1. PLANO DE TRABALHO 63

1.1 REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO DAS REDES DE ADUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO 63

1.2 Determinação de parâmetros de vazão e pressão 63

1.3 Diagnóstico e estudos para readequação e melhoria das unidades operacionais 64

1.4 Revisão/Elaboração de estudos de setorização das redes de distribuição 65

1.5 Implantação e/ou melhoria da macromedição 65

1.6 Gerenciamento de pressões 66

1.7 Programação dos serviços de pesquisa de vazamentos 67

1.8 Determinação dos indicadores de perdas 67

1.9 Diagnóstico do parque de hidrômetros (micromedição) e estudos para melhoria da gestão de micromedição 68

1.10 Diagnóstico do estado das tubulações 70

1.11 Perdas financeiras e investimentos necessários 70

1.12 Análise de alternativas e retorno de investimentos 71

1.13 Revisão do Plano Diretor de Combate às Perdas 71

1.14 Cronograma 72

2. REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO 74

2.1 INFORMAÇÕES INICIAIS 74

2.2 ATUALIZAÇÃO DA BASE CADASTRAL EXISTENTE 74

2.3 ELABORAÇÃO DO MAPA CADASTRAL 77

3. DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO 80

3.1 Monitoramento através de medidor ultrassônico 80

3.1.1 Equipamento – Medidor de Vazão Ultrassônico não intrusivo 80

3.1.2 Metodologia de medição 82

3.1.3 Dados coletados 84

3.1.4 Medição 01 – Chegada na Estação de Tratamento de Água 01 (ETA 01) 86

3.1.5 Medição 02 – Reservatório Torre ETA 01 87

3.1.6 Medição 03 – Poço ETA 01 89

3.1.7 Medição 04- Saída (bombeada) Reservatório Enterrado ETA 02. 90

3.1.8 Medição 05 - Saída (bombeada) Reservatório Enterrado ETA 02. 92
3.1.9 Medição 06 - Saída (bombeada) Reservatório Enterrado ETA 02. 93
3.1.10 Medição 07 – Poço Novo ETA 02 95
3.1.11 Medição 08 - Poço Velho ETA 02 96
3.1.12 Medição 09 - Poço Profundo Pedro Paschoal 98
3.1.13 Medição 10 – Reservatório 2.000m³ Pedro Paschoal 99
3.1.14 Medição 11 – Reservatório Alto Claudia 101
3.1.15 Medição 12 - Reservatório Baixo Claudia 102
3.1.16 Medição 13 - Reservatório Alto Boa Vista 104
3.1.17 Medição 14 - Reservatório Baixo Boa Vista 105
3.1.18 Medição 15 - Poço Boa Vista 107
3.1.19 Medição 16 – Reservatório Elevado Progresso 108
3.1.20 Medição 17 – Reservatório Elevado Progresso 110
3.1.21 Medição 18 – Reservatório Elevado Progresso 111
3.1.22 Medição 19 – Poço Sete Jardim 113
3.1.23 Medição 20 – Chegada do Poço Sete Jardim ao Reservatório Sete Jardim 114
3.1.24 Medição 21 – Reservatório Sete Jardim 116
3.1.25 Medição 22 – Reservatório Tropical 117
3.1.26 Medição 23 – Reservatório Tropical 119
3.1.27 Medição 24 – Reservatório Rassim Dibe 120
3.1.28 Medição 25 – Reservatório Primavera 122
3.1.29 Medição 26 – Reservatório Jardim Itália 123
3.1.30 Medição 27 – Poço Jardim Julia 125
3.1.31 Medição 28 – Poço Hospital Julia 126
3.1.32 Medição 29 – Poço Elizabeth 128
3.1.33 Medição 30 – Poço São Carlos 129

3.1.34 Medição 31 – Reservatório Botafogo 131
3.1.35 Medição 32 – Poço Turvinea 132
3.1.36 Medição 33 – Reservatório Turvinea 134
3.1.37 Medição 34 – Poço Andes 135
3.1.38 Medição 35 – Reservatório Andes 137
4. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 139
4.1 CAPTAÇÕES 155
4.1.1 Captação Córrego da Consulta – CAP 01 155
4.1.2 Captação Córrego do Retiro – CAP 02 159
4.2 Estação de Tratamento de Água 164
4.2.1 Estação de Tratamento de Água 01 (ETA 01), Reservatório Torre ETA 01, Reservatório Caixa I ETA 01, Reservatório Caixa II ETA 01, Reservatório Almoxarifado ETA 01, Reservatório Serviço ETA 01 e Pocinho ETA 01. 164
4.2.2 Estação de Tratamento de Água 02, Reservatório Serviço ETA 02, Reservatório 2.000m³ ETA 02, Reservatório 1.000m³ ETA 02 e Reservatório São Carlos ETA 02 e Poço ETA 02 Velho e Poço ETA 02 Novo 173
4.3 Sistemas de abastecimento e reservação 187
4.3.1 Sistema Vila Elizabeth: Poço e Reservatório Elizabeth 187
4.3.2 Sistema Distrito Botafogo 01: Poço Botafogo Posto e Reservatório Botafogo 189
4.3.3 Sistema Distrito Botafogo 02: Poço Botafogo Campo e Reservatório Botafogo Campo 192
4.3.4 Sistema Povoado de Andes: Poço de Andes e Reservatório de Andes 194
4.3.5 Sistema Povoado de Areias: Poço de Areias e Reservatório de Areias 197
4.3.6 Sistema Distrito 01: Poço e Reservatório Turvínia 199
4.3.7 Sistema Distrito Turvínia 02: Poço Turvínia Praça 202
4.3.8 Sistema Portal do Lago 02: Poço e Reservatório Portal do Lago 02 203
4.3.9 Sistema Europa: Poço e Reservatório Europa 205
4.3.10 Sistema Primavera: Poço e Reservatório Primavera 207

4.3.11 Sistema Jardim Cláudia: Poço Cláudia e Reservatório Cláudia Alto/Baixo..... 210

4.3.12 Sistema Progresso: Poço Progresso, Reservatório Progresso Elevado e Reservatório Progresso Alto/Baixo 213

4.3.13 Sistema do Poção: Poção Sanderson, Pocinho Sanderson e Reservatório Sanderson..... 219

4.3.14 Sistema do Jardim Tropical: Poço Tropical Velho, Poço Tropical Novo e Reservatório Tropical Alto/Baixo 224

4.3.15 Sistema Hospital Júlia: Poço Julia Velho e Reservatório Julia..... 227

4.3.16 Sistema Jardim Julia: Poço Julia Novo 230

4.3.17 Sistema São Carlos: Poço São Carlos 232

4.3.18 Sistema FECCIB: Poço FECCIB e Reservatório FECCIB..... 233

4.3.19 Sistema Residencial Antônia Santaella: Poço Santaella e Reservatórios Torres Gêmeas..... 235

4.3.20 Sistema Souza Lima: Poço SetJardim, Poço Souza Lima, Reservatório SetJardim, Reservatório Souza Lima e Reservatório Jardim Itália 237

4.3.21 Sistema Boa Vista: Poço Boa Vista 244

4.3.22 Sistema Boa Vista: Reservatório Boa Vista Alto/Baixo 245

4.3.23 Sistema Rassim Dibe: Reservatório Rassim Dibe 247

4.3.24 Sistema Jordana: Poço Jordana Velho, Poço Jordana Novo, Reservatório Jordana 1.000m³, Reservatório Jordana Alto/Baixo, Reservatório Jordana 500m³ e Reservatório Centenário 249

4.3.25 Sistema Centro: Reservatório Centro..... 258

4.3.26 Sistema Pedro Paschoal: Poção Pedro Paschoal, Poço Desativado Pedro Paschoal, Reservatório 2.000m³, Reservatório 01, Reservatório 02 e Reservatório 03 . 259

4.3.27 Sistema Pedro Paschoal: Poço Pedro Paschoal e Booster..... 263

4.4 Sugestões e melhorias..... 265

4.4.1 Inclusão de todas as unidades no CCO 265

4.4.2 Implementação de inversor de frequência em todos os painéis..... 269

4.4.3 Contratação de laudos estruturais para os reservatórios 270

4.4.4 Instalação de câmeras de segurança com alarmes e sensores perimetrais nas unidades operacionais e isolamento das unidades 276

4.4.5 Contratação de empresa especializada para adequação e implantação de melhorias nas Captações de Água Superficial (CAP 01 e CAP 02) e nas Estações de Tratamento de Água (ETA 01 e ETA 02) 278

4.5 Resumo dos investimentos Necessários 284

5. PROJETO DE SETORIZAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO 292

5.1 Estudo da atual situação do Sistema de Abastecimento 293

5.2 Estimativa do número de economias 293

5.3 CONTABILIZAÇÃO DAS VAZÕES DE ABASTECIMENTO 297

5.4 PERFIL DE CONSUMO 299

5.5 ANÁLISE DO VOLUME DE RESERVAÇÃO 300

5.6 ANÁLISE DE MACROMEDIDORES EXISTENTES E DIMENSIONAMENTO DE NOVOS MACROMEDIDORES 301

5.7 ANÁLISE DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP) EXISTENTES E DIMENSIONAMENTO DE NOVAS VÁLVULAS 302

5.8 PROPOSTA DE SETORIZAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE BEBEDOURO 303

5.8.1 Sistema de Abastecimento Tropical 304

5.8.1.1 Sistema de Abastecimento Tropical 305

5.8.1.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 01 306

5.8.1.2 Setor 01 (DMC 02) 308

5.8.1.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 02 310

5.8.2 Sistema de Abastecimento Portal do Lago II 312

5.8.2.1 Setor 02 (DMC 03) 312

5.8.2.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 03 314

5.8.3 Sistema de Abastecimento ETA II 316

5.8.3.1 Setor 03 (DMC 04) - RSC 317

5.8.3.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 04 318

5.8.3.2 Setor 04 (DMC 19) 321

5.8.3.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 19 323

5.8.3.3 Setor 05 (DMC 31) 325
5.8.3.3.1 Especificidades e Intervenções do DMC 31 326
5.8.4 Sistema de Abastecimento Europa 329
5.8.4.1 Setor 06 (DMC 05) 329
5.8.4.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 05 331
5.8.5 Sistema de Abastecimento Residencial Antônia Santaella 333
5.8.5.1 Setor 07 (DMC 06) – RTG-01 333
5.8.5.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 06 335
5.8.5.2 Setor 08 (DMC 10) – RTG-02 336
5.8.5.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 10 338
5.8.6 Sistema de Abastecimento ETA I 340
5.8.6.1 Setor 09 (DMC 07) 340
5.8.6.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 07 343
5.8.6.2 Setor 09 (DMC 33) - Booster 345
5.8.6.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 33 - Booster 346
5.8.6.3 Setor 10 (DMC 32) 348
5.8.6.3.1 Especificidades e Intervenções do DMC 32 349
5.8.7 Sistema de Abastecimento Jordana 352
5.8.7.1 Setor 11 (DMC 08) 352
5.8.7.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 08 354
5.8.7.2 Setor 11 (DMC 11) 356
5.8.7.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 11 358
5.8.8 Sistema de Abastecimento Centenário 360
5.8.8.1 Setor 12 (DMC 09) 360
5.8.8.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 09 362
5.8.9 Sistema de Abastecimento Boa Vista 364
5.8.9.1 Setor 13 (DMC 12) 365
5.8.9.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 12 366
5.8.10 Sistema de Abastecimento Jardim Itália 370
5.8.10.1 Setor 14 (DMC 14) 370
5.8.10.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 14 372

5.8.11 Sistema de Abastecimento Sete Jardins 374
5.8.11.1 Setor 15 (DMC 15). 374
5.8.11.1.1 Especificidades e Intervenções do Setor 15 – Sete Jardins 375
5.8.12 Sistema de Abastecimento Souza Lima 378
5.8.12.1 Setor 16 (DMC 18) 378
5.8.12.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 18 379
5.8.13 Sistema de Abastecimento Rassin Dib 382
5.8.13.1 Setor 17 (DMC 20) 382
5.8.13.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 20 384
5.8.14 Sistema de Abastecimento Primavera 386
5.8.14.1 Setor 18 (DMC 21) 387
5.8.14.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 21 389
5.8.15 Sistema de Abastecimento Pedro Paschoal 391
5.8.15.1 Setor 19 (DMC 22) 392
5.8.15.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 22 394
5.8.15.2 Setor 20 (DMC 23) 396
5.8.15.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 23 398
5.8.16 Sistema de Abastecimento Cláudia 400
5.8.16.1 Setor 21 (DMC 24) 401
5.8.16.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 24 402
5.8.17 Sistema de Abastecimento Progresso 404
5.8.17.1 Setor 22 (DMC 26) 405
5.8.17.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 26 406
5.8.17.2 Setor 22 (DMC 27) 407
5.8.17.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 27 409
5.8.17.3 Setor 23 (DMC 30) 410
5.8.17.3.1 Especificidades e Intervenções do DMC 30 412
5.8.18 Sistema de Abastecimento Centro 413
5.8.18.1 Setor 24 (DMC 28) 414
5.8.18.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 28 415
5.8.19 Sistema de Abastecimento Sanderson 418

5.8.19.1 Setor 25 (DMC 29) 418
5.8.19.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 29 420
5.8.20 Sistema de Abastecimento Menino Deus 422
5.8.20.1 Setor 26 (DMC 34) 423
5.8.20.1.1 Especificidades e Intervenções do Setor 26 – DMC 34 424
5.8.21 Sistema de Abastecimento Areias 426
5.8.21.1 Setor 27 (DMC 35) 426
5.8.21.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 35 427
5.8.22 Sistema de Abastecimento Andes 429
5.8.22.1 Setor 28 (DMC 36) 429
5.8.22.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 36 430
5.8.23 Sistema de Abastecimento Botafogo 431
5.8.23.1 Setor 29 (DMC 37) 431
5.8.23.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 37 432
5.8.24 Sistema de Abastecimento Turvínia 434
5.8.24.1 Setor 30 (DMC 38) 435
5.8.24.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 38 436
6. MACROMEDIÇÃO DO SISTEM DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 437
6.1 Introdução 437
6.2 Objetivo 438
6.3 Controle de Perdas 439
6.4 Tipos de Modelos de Medidores de Vazão Permanente 439
6.5 Comparação entre os tipos de Macromedidores 440
6.6 Macromedidores projetados para o sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro/SP 441
6.6.1 Sistema Tropical – Setor 01 442
6.6.2 Sistema Portal do Lago II – Setor 02 444
6.6.3 Sistema ETA II – Setores 03, 04 e 05 445
6.6.4 Sistema Europa – Setor 06 447
6.6.5 Sistema Residencial Antônia Santaella – Setores 07 e 08 448
6.6.6 Sistema ETA I – Setores 09 e 10 449

6.6.7 Sistema Jordana – Setor 11 451
6.6.8 Sistema Centenário – Setor 12 452
6.6.9 Sistema Boa Vista – Setor 13 453
6.6.10 Sistema Jardim Itália – Setor 14 454
6.6.11 Sistema Sete Jardins – Setor 15 454
6.6.12 Sistema Souza Lima – Setor 16 456
6.6.13 Sistema Rassin Dibe – Setor 17 457
6.6.14 Sistema Primavera – Setor 18 457
6.6.15 Sistema Pedro Paschoal – Setores 19 e 20 458
6.6.16 Sistema Claudia – Setor 21 460
6.6.17 Sistema Progresso – Setores 22 e 23 460
6.6.18 Sistema Centro – Setor 24 462
6.6.19 Sistema Sanderson – Setor 25 463
6.6.20 Sistema Menino Deus – Setor 26 463
6.6.21 Sistema Areias – Setor 27 464
6.6.22 Sistema Andes – Setor 28 465
6.6.23 Sistema Botafogo – Setor 29 466
6.6.24 Sistema Turvínia – Setor 30 466
6.7 Orçamento para implantação dos macromedidores de vazão 467
6.8 Cronograma físico-financeiro para implantação dos macromedidores 471
7. MONITORAMENTO DE PRESSÃO POR DATA LOGGERS 474
7.1 MONITORAMENTO DA PRESSÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 474
7.1.1 Ponto 01 – Rua Alameda Arthur LenhaVerde, 262 - Jardim Menino Deus II 475
7.1.2 Ponto 02 – Rua Antonio Cyrillo Pereira, 274 - Jardim do Bosque 478
7.1.3 Ponto 03 – Rua José de Almeida, 198 - Vila Santa Terezinha 480
7.1.4 Ponto 04 – Rua Rognel Bruno, 65 - Residencial Rassim Dibe 482

7.1.5 Ponto 05 – Rua Alameda Atílio Fávero, 1428 - Jardim Alvorada 484
7.1.6 Ponto 06 – Rua Alameda Parati, 69 - Chácaras Parati 486
7.1.7 Ponto 07 – Rua Lúcio Sarti, 188 - Parque Eldorado 488
7.1.8 Ponto 08 – Rua Terra Roxa, 477 - Jardim Talarico 490
7.1.9 Ponto 09 – Rua Cajobi, 11 – Jardim Ciranda 492
7.1.10 Ponto 10 – Rua São João, 04 - Centro 494
7.1.11 Ponto 11 – Rua Visconde do Rio Branco, 1.001 - Centro 496
7.1.12 Ponto 12 – Avenida Hércules Pereira Hortal, 1.700 - Centro 498
7.1.13 Ponto 13 – Rua Joaquim Moreira, 289 – Jardim São Francisco 500
7.1.14 Ponto 14 – Rua Nicodemo Rosa, 399 – Jardim Tropical 502
7.1.15 Ponto 15 – Rua Paul Harris, 496 – Vila Major Cicero de Carvalho 504
7.1.16 Ponto 16 – Rua Luis Fachini, 229 – Residencial Doutor Hercules Pereira Hortal 506
7.1.17 Ponto 17 – Avenida Lawrence Santim, 379 – Vila Paulista 508
7.1.18 Ponto 18 – Rua Alcindo Paolielo, 39 – Jardim das Laranjeiras 510
7.1.19 Ponto 19 – Rua Benedito Henrique Folsta, 460 – Residencial Centenário 512
7.1.20 Ponto 20 – Coronel Cândido Procópio de Oliveira, 181 – Distrito Industrial 514
7.1.21 Ponto 21 – Rua Maestro Silvio Salata, 460 – Residencial Centenário . 516
7.1.22 Ponto 22 – Rua Luis dos Santos, 119 – Jardim das Acácias 518
7.1.23 Ponto 23 – Rua José Minholo, 308 – Residencial Bebedouro 520
7.1.24 Ponto 24 – Av. Belmiro Dias Batista, 1126 – Jardim das Laranjeiras .. 522
7.1.25 Ponto 25 – Rua Augusto Garibalde, 260 – Residencial Bebedouro 524
7.1.26 Ponto 26 – Rua Benedicto Antônio da Silva, 176 – Residencial Dr. Pedro Paschoal 526
7.1.27 Ponto 27 – Rua Ângelo Antônio Fávero, 388 – Botafogo 528
7.1.28 Ponto 28 – Rua Martinho Contro, 50 – Turvínea 530

7.1.29 Ponto 29 – Rua José Lombardo, 04 – Andes 532

8. PESQUISA DE VAZAMENTO NÃO VISÍVEIS 535

8.1 PARÂMETROS BÁSICOS DE CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA. 535

8.1.1 Nível Mínimo de Vazamento 535

8.1.2 Vazão Mínima Noturna 536

8.1.3 Pressão Média Noturna 536

8.1.4 Fator de Pesquisa 537

8.2 PROGRAMAÇÃO DOS SERVIÇOS DE PESQUISA DE VAZAMENTOS 537

8.3 MÉTODO DE PESQUISA DE VAZAMENTOS ADOTADO 539

8.4 PROCEDIMENTOS DE CAMPO PARA DETECÇÃO DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS 544

8.5 ASPECTOS COMPORTAMENTAIS 547

8.6 PROJETO DE PESQUISA DE VAZAMENTOS PARA O MUNICÍPIO DE BEBEDOURO 548

8.6.1 Equipamentos utilizados no município pela equipe de pesquisa de vazamentos..... 548

8.6.2 Metodologia utilizada para detecção e reparo de vazamentos em Bebedouro..... 550

8.7 PLANO DE TRABALHO 553

8.7.1 Pesquisas realizadas por Setores no município de Bebedouro 554

8.7.1.1 Setor 13 556

8.7.1.2 Setor 17 556

8.7.1.3 Setor 20 557

8.7.1.4 Setor 18 558

8.7.1.5 Setor 14 559

8.7.1.6 Setor 19 560

8.7.1.7 Setor 24 561

8.7.1.8 Setor 11 562

8.7.1.9 Setor 1 563

8.7.1.10 Setor 21 564

8.7.1.11 Setor 28 – Distrito Turvínia 565

8.7.1.12 Setor 12 566
8.7.1.13 Setor 23 567
8.7.1.14 Setor 16 568
8.7.1.15 Setor 9 569
8.7.1.16 Setor 15 570
8.7.1.17 Setor 29 – Distrito Andes 571
8.7.1.18 Setor 4 572
8.7.1.19 Setor 5 573
8.7.1.20 Setor 2 574
8.7.1.21 Setor 7 575
8.7.1.22 Setor 10 576
8.7.1.23 Setor 3 577
8.7.1.24 Setor 6 578
8.7.1.25 Setor 22 579
8.7.2 Orçamento necessário para criação de uma equipe de pesquisa de vazamentos 580
8.7.2.1 Veículo 582
8.7.2.2 Medidor de vazão (Ultrassom) 582
8.7.2.3 Haste de escuta 583
8.7.2.4 Barra de perfuração 584
8.7.2.5 Geofone eletrônico 585
8.7.2.6 Localizador de Massa Metálica 585
8.7.2.7 Correlacionador de Ruídos 586
8.7.2.8 Data-Logger de Pressão 586
9. DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE PERDAS 588
9.1 Procedimentos para Elaboração dos Índices de Perdas Setoriais e Global 588
9.1.1 Indicadores de Perdas de Água no Sistema de Abastecimento 591
9.1.2 Indicadores Básicos de Desempenho 592
9.1.3 Indicadores Intermediários e Avançados 594
9.1.4 Indicadores de perda física relacionados às condições operacionais 594
9.1.5 Indicadores de desempenho hídrico do sistema 597

9.1.6 Pontos de ação para controle de perdas 598
9.2 Melhorias Operacionais e Aumento de Confiabilidade dos Indicadores 600
9.3 Gerenciamento das Perdas Físicas 601
9.3.1 Esquema Geral 601
9.3.2 Áreas de Controle 603
9.3.2.1 Setores e Zonas de Pressão 604
9.3.2.2 Distritos Pitométricos 605
9.4 Parâmetros Básicos de Controle das Perdas de Água 606
9.4.1 Nível Mínimo de Vazamentos 606
9.4.2 Vazão Mínima Noturna 607
9.4.3 Pressão Média Noturna 608
9.4.4 Fator de Pesquisa 609
9.5 Controle e Gestão de Perdas 609
9.5.1 Acompanhamento Diário 609
9.5.1.1 Verificação do Volume Diário Distribuído; 609
9.5.1.2 Verificação da mínima noturna e fator de pesquisa em todos os setores de abastecimento; 610
9.5.2 Acompanhamento Semanal 610
9.5.3 Acompanhamento Mensal 611
9.5.4 Acompanhamento Anual 612
9.6 Aplicação de indicadores de perdas para o município de Bebedouro 612
9.7 Índice de perdas e balanço hídrico 613
9.7.1 Balanço hídrico 613
9.7.1.1 Componentes do Balanço Hídrico e Fragmentação das Perdas 616
10. DIAGNÓSTICO DA MICROMEDIÇÃO 621
10.1 diagnóstico do parque de hidrômetros 621
10.2 Melhorias propostas 629
10.2.1 Gerenciamento de dados do sistema 629
10.2.2 Padronização das instalações 630
10.2.3 Substituição de hidrômetros 637

10.2.4 Ações de manutenção 646
10.2.4.1 Manutenção preditiva 646
10.2.4.2 Manutenção preventiva 646
10.2.4.3 Manutenção corretiva 647
10.3 Considerações finais 647
11. DIAGNÓSTICO DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES 648
11.1 Coleta de dados e registros dos vazamentos ocorridos nas redes de distribuição 648
11.2 Análise das ocorrências, considerando o setor de abastecimento, tipo de vazamento (cavalete, ramal ou rede) 648
11.3 Programação de atividades e obras (limpeza ou troca de redes) para melhoria do estado das tubulações 661
11.4 Análise das ligações (ramais e cavaletes e sugestões para melhoria) 662
11.5 Planilha orçamentária para substituição de redes do município de Bebedouro 662
12. PERDAS FINANCEIRAS E INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS 664
12.1 Caracterização dos consumidores e enquadramento tarifário 664
12.2 Comparativo de tarifas com outros sistemas 668
12.3 Analise do faturamento 670
12.4 Estimativa de perdas financeiras 674
12.5 Perdas financeiras resultantes das perdas aparentes 676
12.5.1 Perdas financeiras resultantes das perdas reais 678
12.6 Satisfação dos usuários 679
12.7 Metas a alcançar e investimentos necessários 681
13. ANÁLISE DE ALTERNATIVAS E RETORNO DOS INVESTIMENTOS 683
13.1 Plano de Ações e Investimentos 684
13.1.1 Setorização 684
13.1.2 Pesquisa e Reparo de vazamentos 686
13.1.3 Substituição de redes 688
13.1.4 Substituição de hidrômetros 688
13.2 Métrica de análise 689
13.2.1 Eixo de Perdas Reais 690

13.2.2 Eixo de Perdas Aparentes 690
13.2.3 Eixo de Eficiência Operacional..... 690
13.3 Cenários propostos..... 691
13.3.1 Cenário 01 691
13.3.2 Cenário 02 692
13.3.3 Cenário 03 694
13.4 Considerações finais 696

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Mapa cadastral em SIG atualizado 75
Figura 2-2. Folha de impressão do mapa índice..... 78
Figura 2-3. Folha de impressão do mapa cadastral 79
Figura 3-1. Princípio de funcionamento do medidor ultrassônico 81
Figura 3-2. Vista maleta do medidor ultrassônico..... 82
Figura 3-3. Vista interna da maleta do medidor ultrassônico..... 82
Figura 3-4. Transdutores fixados em tubulação metálica..... 83
Figura 3-5. Transdutores fixados em tubulação de PVC..... 83
Figura 3-6. Vista do local de medição de vazão - Chegada da água bruta na ETA 01. 86
Figura 3-7. Medição de Vazão - Chegada da água bruta na ETA 01. 86
Figura 3-8. Gráfico de velocidade (Medição 01). 87
Figura 3-9. Gráfico de vazão (Medição 01). 87
Figura 3-10. Vista do local de medição de vazão – Saída do Reservatório Torre ETA 01. 88
Figura 3-11. Medição de Vazão – Saída do Reservatório Torre ETA 01. 88
Figura 3-12. Gráfico de velocidade (Medição 02). 88
Figura 3-13. Gráfico de vazão (Medição 02). 89
Figura 3-14. Vista do local de medição de vazão – Poço ETA 01. 89

Figura 3-15. Medição de Vazão – Poço ETA 01. 89
Figura 3-16. Gráfico de velocidade (Medição 03). 90
Figura 3-17. Gráfico de vazão (Medição 03). 90
Figura 3-18. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Enterrado ETA 2. ... 91
Figura 3-19. Medição de Vazão – Saída (Bombeada) Reservatório Enterrado ETA 2.91
Figura 3-20. Gráfico de velocidade (Medição 04). 91
Figura 3-21. Gráfico de vazão (Medição 04). 92
Figura 3-22. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Enterrado ETA 02. . 92
Figura 3-23. Medição de Vazão – Saída (Bombeada) Reservatório Enterrado ETA 02. 92
Figura 3-24. Gráfico de velocidade (Medição 05). 93
Figura 3-25. Gráfico de vazão (Medição 05). 93
Figura 3-26. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Enterrado ETA 2. ... 94
Figura 3-27. Medição de Vazão – Saída (Bombeada) Reservatório Enterrado ETA 2.94
Figura 3-28. Gráfico de velocidade (Medição 06). 94
Figura 3-29. Gráfico de vazão (Medição 06). 95
Figura 3-30. Vista do local de medição de vazão – Poço Novo ETA 02. 95
Figura 3-31. Medição de Vazão – Poço Novo ETA 02. 95
Figura 3-32. Gráfico de velocidade (Medição 07). 96
Figura 3-33. Gráfico de vazão (Medição 07). 96
Figura 3-34. Vista do local de medição de vazão – Poço Velho ETA 2. 97
Figura 3-35. Medição de Vazão – Poço Velho ETA 2. 97
Figura 3-36. Gráfico de velocidade (Medição 08). 97
Figura 3-37. Gráfico de vazão (Medição 08). 98
Figura 3-38. Vista do local de medição de vazão – Poço Profundo Pedro Paschoal. .. 98
Figura 3-39. Medição de Vazão – Poço Profundo Pedro Paschoal. 98

Figura 3-40. Gráfico de velocidade (Medição 09). 99
Figura 3-41. Gráfico de vazão (Medição 09). 99
Figura 3-42. Vista do local de medição de vazão – Reservatório 2.000m³ 100
Figura 3-43. Medição de Vazão – Reservatório 2.000m³ Pedro Paschoal. 100
Figura 3-44. Gráfico de velocidade (Medição 10). 100
Figura 3-45. Gráfico de velocidade (Medição 10). 101
Figura 3-46. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Alto Claudia. 101
Figura 3-47. Medição de Vazão – Reservatório Alto Claudia. 101
Figura 3-48. Gráfico de velocidade (Medição 11). 102
Figura 3-49. Gráfico de vazão (Medição 11). 102
Figura 3-50. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Baixo Claudia. 103
Figura 3-51. Medição de Vazão – Reservatório Baixo Claudia. 103
Figura 3-52. Gráfico de velocidade (Medição 12). 103
Figura 3-53. Gráfico de vazão (Medição 12). 104
Figura 3-54. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Alto Boa Vista. 104
Figura 3-55. Medição de Vazão – Reservatório Alto Boa Vista. 104
Figura 3-56. Gráfico de velocidade (Medição 13). 105
Figura 3-57. Gráfico de vazão (Medição 13). 105
Figura 3-58. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Baixo Boa Vista. .. 106
Figura 3-59. Medição de Vazão – Reservatório Baixo Boa Vista. 106
Figura 3-60. Gráfico de velocidade (Medição 14). 106
Figura 3-61. Gráfico de vazão (Medição 14). 107
Figura 3-62. Vista do local de medição de vazão – Poço Boa Vista. 107
Figura 3-63. Medição de Vazão – Poço Boa Vista. 107
Figura 3-64. Gráfico de velocidade (Medição 15). 108
Figura 3-65. Gráfico de vazão (Medição 15). 108

Figura 3-66. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Elevado Progresso. 109
Figura 3-67. Medição de Vazão – Reservatório Elevado Progresso. 109
Figura 3-68. Gráfico de velocidade (Medição 16). 109
Figura 3-69. Gráfico de vazão (Medição 16). 110
Figura 3-70. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Elevado Progresso. 110
Figura 3-71. Medição de Vazão – Reservatório Elevado Progresso. 110
Figura 3-72. Gráfico de velocidade (Medição 17). 111
Figura 3-73. Gráfico de vazão (Medição 17). 111
Figura 3-74. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Elevado Progresso. 112
Figura 3-75. Medição de Vazão – Reservatório Elevado Progresso. 112
Figura 3-76. Gráfico de velocidade (Medição 18). 112
Figura 3-77. Gráfico de vazão (Medição 18). 113
Figura 3-78. Vista do local de medição de vazão – Poço Sete Jardim. 113
Figura 3-79. Medição de Vazão – Poço Sete Jardim. 113
Figura 3-80. Gráfico de velocidade (Medição 19). 114
Figura 3-81. Gráfico de vazão (Medição 19). 114
Figura 3-82. Vista do local de medição de vazão – Poço Sete Jardim. 115
Figura 3-83. Medição de Vazão – Poço Sete Jardim. 115
Figura 3-84. Gráfico de velocidade (Medição 20). 115
Figura 3-85. Gráfico de vazão (Medição 20). 116
Figura 3-86. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Sete Jardim. 116
Figura 3-87. Medição de Vazão – Reservatório Sete Jardim. 116
Figura 3-88. Gráfico de velocidade (Medição 21). 117
Figura 3-89. Gráfico de vazão (Medição 21). 117

Figura 3-90. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Tropical. 118
Figura 3-91. Medição de Vazão – Reservatório Tropical. 118
Figura 3-92. Gráfico de velocidade (Medição 22). 118
Figura 3-93. Gráfico de vazão (Medição 22). 119
Figura 3-94. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Tropical. 119
Figura 3-95. Medição de Vazão – Reservatório Tropical. 119
Figura 3-96. Gráfico de velocidade (Medição 23). 120
Figura 3-97. Gráfico de vazão (Medição 23). 120
Figura 3-98. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Rassim Dibe. 121
Figura 3-99. Medição de Vazão – Reservatório Rassim Dibe. 121
Figura 3-100. Gráfico de velocidade (Medição 24). 121
Figura 3-101. Gráfico de vazão (Medição 24). 122
Figura 3-102. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Primavera. 122
Figura 3-103. Medição de Vazão – Reservatório Primavera. 122
Figura 3-104. Gráfico de velocidade (Medição 25). 123
Figura 3-105. Gráfico de vazão (Medição 25). 123
Figura 3-106. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Jardim Itália. 124
Figura 3-107. Medição de Vazão – Reservatório Jardim Itália. 124
Figura 3-108. Gráfico de velocidade (Medição 26). 124
Figura 3-109. Gráfico de vazão (Medição 26). 125
Figura 3-110. Vista do local de medição de vazão – Poço Jardim Julia. 125
Figura 3-111. Medição de Vazão – Poço Jardim Julia. 125
Figura 3-112. Gráfico de velocidade (Medição 27). 126
Figura 3-113. Gráfico de vazão (Medição 27). 126
Figura 3-114. Vista do local de medição de vazão – Poço Hospital Julia. 127
Figura 3-115. Medição de Vazão – Poço Hospital Julia. 127

Figura 3-116. Gráfico de velocidade (Medição 28). 127
Figura 3-117. Gráfico de vazão (Medição 28). 128
Figura 3-118. Vista do local de medição de vazão – Poço Elizabeth. 128
Figura 3-119. Medição de Vazão – Poço Elizabeth. 128
Figura 3-120. Gráfico de velocidade (Medição 29). 129
Figura 3-121. Gráfico de vazão (Medição 29). 129
Figura 3-122. Vista do local de medição de vazão – Poço Elizabeth. 130
Figura 3-123. Medição de Vazão – Poço Elizabeth. 130
Figura 3-124. Gráfico de velocidade (Medição 30). 130
Figura 3-125. Gráfico de vazão (Medição 30). 131
Figura 3-126. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Botafogo 131
Figura 3-127. Medição de Vazão – Reservatório Botafogo. 131
Figura 3-128. Gráfico de velocidade (Medição 31). 132
Figura 3-129. Gráfico de vazão (Medição 31). 132
Figura 3-130. Vista do local de medição de vazão – Poço Turvinea. 133
Figura 3-131. Medição de Vazão – Poço Turvinea. 133
Figura 3-132. Gráfico de velocidade (Medição 32). 133
Figura 3-133. Gráfico de vazão (Medição 32). 134
Figura 3-134. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Turvinea. 134
Figura 3-135. Medição de Vazão – Reservatório Turvinea. 134
Figura 3-136. Gráfico de velocidade (Medição 33). 135
Figura 3-137. Gráfico de vazão (Medição 33). 135
Figura 3-138. Vista do local de medição de vazão – Poço Andes. 136
Figura 3-139. Medição de Vazão – Poço Andes. 136
Figura 3-140. Gráfico de velocidade (Medição 34). 136
Figura 3-141. Gráfico de vazão (Medição 34). 137

Figura 3-142. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Andes. 137

Figura 3-143. Medição de Vazão – Reservatório Andes. 137

Figura 3-144. Gráfico de velocidade (Medição 35). 138

Figura 3-145. Gráfico de vazão (Medição 35). 138

Figura 4-1 Localização das Unidade Operacionais (Captações). 143

Figura 4-2. Localização das Unidade Operacionais (ETAS). 144

Figura 4-3 Localização das Unidades Operacionais (Poços). 145

Figura 4-4 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Andes (Poços). 146

Figura 4-5 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Areias (Poços). 147

Figura 4-6 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Botafogo (Poços). .. 148

Figura 4-7 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Turvínia (Poços)..... 149

Figura 4-8 Localização das Unidades Operacionais (Reservatório). 150

Figura 4-9 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Andes (Reservatório). 151

Figura 4-10 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Areias (Reservatório). 152

Figura 4-11 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Botafogo (Reservatório). 153

Figura 4-12 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Turvínia (Reservatório). 154

Figura 4-13. Vista Córrego da Consulta 156

Figura 4-14 Vista Córrego da Consulta 156

Figura 4-15 Vista Casa de abrigo do conjunto motor-bomba 156

Figura 4-16 Vista Conjunto motor-bomba de recalque do córrego 156

Figura 4-17. Vista tubulação de recalque do córrego para a captação 156

Figura 4-18 Vista do canal por onde a água segue para ser captada 156

Figura 4-19 Vista dos poços de sucção 157

Figura 4-20 Vista sistema de peneiramento 157
Figura 4-21 Vista dos conjuntos motor-bombas..... 157
Figura 4-22 Vista painéis elétricos dos conjuntos motor-bombas..... 157
Figura 4-23 Vista painel elétrico do conjunto motor-bomba 01 157
Figura 4-24 Vista painel elétrico do conjunto motor-bomba 02 157
Figura 4-25 Vista tubulação de recalque dos conjuntos motor-bombas..... 158
Figura 4-26 Vista tubulação de recalque dos conjuntos motor-bombas..... 158
Figura 4-27 Vista macromedidor de vazão Ø350mm 158
Figura 4-28 Vista display macromedidor de vazão 158
Figura 4-29. Vista vazamento no registro da tubulação de recalque..... 158
Figura 4-30 Vista sistema de monitoramento por câmeras 158
Figura 4-31 Vista do monitoramento por câmeras 159
Figura 4-32 Vista da entrada da captação CAP 01 159
Figura 4-33 Vista portão de acesso da captação CAP 01 159
Figura 4-34 Vista portão de acesso da captação CAP 01 159
Figura 4-35. Vista Córrego do Retiro..... 161
Figura 4-36 Vista Córrego do Retiro..... 161
Figura 4-37 Comportas do canal da água bruta captada..... 161
Figura 4-38 Vista frontal dos poços de sucção..... 161
Figura 4-39 Vista dos poços de sucção 161
Figura 4-40 Vista dos poços de sucção 161
Figura 4-41 Vista dos conjuntos motor-bombas..... 162
Figura 4-42 Vista dos conjuntos motor -bombas..... 162
Figura 4-43 Vista painéis elétricos dos conjuntos motor-bombas..... 162
Figura 4-44 Vista painel elétrico dos conjunto motor-bomba 01 162
Figura 4-45 Vista painel elétrico do conjunto motor-bomba 02 162

Figura 4-46 Vista display macromedidor de vazão 162
Figura 4-47 Vista da possível caixa de abrigo macromedidor 163
Figura 4-48 Vista do sistema de monitoramento por câmeras 163
Figura 4-49 Vista do sistema de monitoramento por câmeras 163
Figura 4-50 Vista da cozinha dos operadores da captação 163
Figura 4-51. Vista do banheiro para os operadores da captação 163
Figura 4-52 Vista do local de abrigo para os operadores da captação 163
Figura 4-53 Vista da marcação de alagamento da captação 164
Figura 4-54 Vista da entrada da captação CAP 02 164
Figura 4-55 Vista da chegada da água bruta e a Calha Parshall 167
Figura 4-56 Vista do sistema de aplicação de Tanino 167
Figura 4-57 Vista da água 167
Figura 4-58 Vista floculador 1 167
Figura 4-59. Vista floculador 2 168
Figura 4-60 Vista floculador 3 168
Figura 4-61 Vista floculador 4 sem operação, funcionando como um pré-decantador 168
Figura 4-62 Vista dos decantadores 168
Figura 4-63 Vista aplicação de cloro na saída dos decantadores 168
Figura 4-64 Vista da tubulação de água percorre dos decantadores até os filtros 168
Figura 4-65 Vista do tanque 01 de filtragem 169
Figura 4-66 Vista dos tanques 01 e 02 de filtragem 169
Figura 4-67 Vista saída da água já filtrada 169
Figura 4-68 Dosagem de cloro e flúor na saída da água filtrada 169
Figura 4-69 Dosagem de econox 169
Figura 4-70 Armazenamento de econox 169

Figura 4-71. Armazenamento de cloro e econox 170
Figura 4-72 Armazenamento de flúor 170
Figura 4-73 Vista laboratório existente ETA 01 170
Figura 4-74 Vazamento proveniente da descarga dos filtros (vazamento 24 horas/dia) 170
Figura 4-75. Vazamento do reservatório de retro lavagem 170
Figura 4-76 Vista do reservatório Torre ETA 01 170
Figura 4-77 Vista casa de bombas do reservatório Torre ETA 01 171
Figura 4-78 Conjuntos motor-bombas para alimentação do reservatório Torre ETA 01 171
Figura 4-79. Vista do reservatório Caixa I ETA 01 171
Figura 4-80 Vista do reservatório Caixa II ETA 01 171
Figura 4-81 Vista lateral do reservatório Almoxarifado ETA 01 171
Figura 4-82 Conjuntos motor-bombas B01 e B02 171
Figura 4-83 Vista dos conjuntos motor-bombas B03 e B04 que recalcam água para o Sistema de Poção e Centro 172
Figura 4-84 Vista da casa de bombas dos reservatório Caixa I ETA 01, reservatório Caixa II ETA 01 e reservatório Almoxarifado ETA 01 172
Figura 4-85 Vista do Pocinho ETA 01 172
Figura 4-86 Vista do macromedidor 172
Figura 4-87 Vista do painel elétrico fechado do Pocinho ETA 01 172
Figura 4-88 Vista do painel elétrico aberto do Pocinho ETA 01 172
Figura 4-89. Vista da entrada da ETA 02 179
Figura 4-90 Vista da entrada da ETA 02 179
Figura 4-91 Chegada da água bruta vinda da CAP 02 179
Figura 4-92 Aplicação de PAC na chegada de água bruta 179
Figura 4-93. Vista do floculador 01 da ETA 02 179

Figura 4-94 Vista do floculador 02 da ETA 02 179

Figura 4-95 Vista do floculador 03 da ETA 02 180

Figura 4-96 Vista do floculador 04 da ETA 02 180

Figura 4-97 Vista do decantador 01 da ETA 02. 180

Figura 4-98 Vista do decantador 02 da ETA 02 180

Figura 4-99 Vista do filtro 01 da ETA 02 180

Figura 4-100 Vista do filtro 02 da ETA 02 180

Figura 4-101 Vista do filtro 03 da ETA 02 181

Figura 4-102 Lousa com vazões da ETA 02 181

Figura 4-103 Vista elevada da saída da água filtrada com dosagem de cloro, flúor e ortopoli 181

Figura 4-104 Tubulação de saída de água tratada e tubulação de retro lavagem 181

Figura 4-105 Registro de Ø300mm com vazamento 181

Figura 4-106 Registro de Ø200mm com vazamento 181

Figura 4-107. Armazenamento de flúor 182

Figura 4-108 Vista das colunas de cloro 182

Figura 4-109 Vista do armazenamento de PAC 182

Figura 4-110 Vista da fabricação de hipoclorito 182

Figura 4-111 Vista da fabricação de hipoclorito 182

Figura 4-112 Local do vazamento 182

Figura 4-113 Local do vazamento 183

Figura 4-114 Vista do vazamento 183

Figura 4-115 Vista superior do reservatório 2.000m³ ETA 02 e do abrigo dos conjuntos motor-bomba 183

Figura 4-116 Vista do abrigo dos conjuntos motor-bombas B01, B02, B03, B04 e B05 183

Figura 4-117 Vista dos conjuntos motor-bomba da ETA 02 183

Figura 4-118 Vista do conjunto motor-bombas B06 e B07 183
Figura 4-119 Painel elétrico das bombas 184
Figura 4-120 Vista da casa de bombas 184
Figura 4-121 Tubulações de entrada do reservatório 2.000m³ ETA 02 184
Figura 4-122 Tubulação de entrada para o reservatório 2.000m³ ETA 02 184
Figura 4-123 Tubulação de saída do reservatório 2.000m³ ETA 02 184
Figura 4-124 Tubulação de saída do reservatório 2.000m³ ETA 02 184
Figura 4-125. Vista frontal do reservatório 1.000m³ ETA 02 185
Figura 4-126 Tubulação de chegada do reservatório 1.000m³ ETA 02 185
Figura 4-127 Tubulação de saída do reservatório 1.000m³ ETA 02 185
Figura 4-128 Tubulação de limpeza do reservatório 1.000m³ ETA 02 185
Figura 4-129 Tampa para limpeza do reservatório 1.000m³ ETA 02 185
Figura 4-130 Flange cega do reservatório 1.000m³ ETA 02 185
Figura 4-131 Vista frontal do reservatório São Carlos ETA 02 186
Figura 4-132 Medidas do reservatório São Carlos ETA 02 186
Figura 4-133 Tubulação de chegada do reservatório São Carlos ETA 02 186
Figura 4-134 Tubulação de saída do reservatório São Carlos ETA 02 186
Figura 4-135 Tampa de acesso para limpeza do reservatório São Carlos ETA 02 186
Figura 4-136 Escada de acesso para o reservatório São Carlos ETA 02 186
Figura 4-137 Vista do poço ETA 02 Velho com vazamento na mangueira 187
Figura 4-138 Vista do medidor de vazão sem o visor do poço ETA 02 Velho 187
Figura 4-139 Vista frontal do poço ETA 02 Novo e da laje sanitária 187
Figura 4-140 Vista do medidor de vazão do poço ETA 02 Novo 187
Figura 4-141 Vista elevada do poço Elizabeth 188
Figura 4-142 Macromedidor do poço Elizabeth 188
Figura 4-143 Vista frontal do painel elétrico do poço Elizabeth 188

Figura 4-144 Vista interna do painel elétrico do poço Elizabeth 188

Figura 4-145 Vista frontal do reservatório Elizabeth 189

Figura 4-146 Vista da parede lateral do reservatório Elizabeth 189

Figura 4-147 Vista das paredes internas do reservatório Elizabeth deteriorando 189

Figura 4-148 Vista das armaduras à mostra do reservatório Elizabeth 189

Figura 4-149 Vista frontal do poço Botafogo Posto..... 190

Figura 4-150 Vista do macromedidor do poço Botafogo Posto 190

Figura 4-151 Portão de acesso com buraco do poço Botafogo Posto 191

Figura 4-152 Vista da vegetação interna próxima ao poço Botafogo Posto..... 191

Figura 4-153 Reservatório Botafogo 191

Figura 4-154 Vazamento externo 191

Figura 4-155 Armadura exposta do reservatório Botafogo 191

Figura 4-156 Tubulação de Saída e de limpeza do reservatório Botafogo..... 191

Figura 4-157 Tubulação de saída do reservatório Botafogo..... 192

Figura 4-158 Tubulação de entrada do reservatório Botafogo 192

Figura 4-159 Vista frontal do poço Botafogo Campo ... **Erro! Indicador não definido.**

Figura 4-160 Vista do macromedidor do poço Botafogo Campo**Erro! Indicador não definido.**

Figura 4-163 Vazamento na tubulação do poço Botafogo Campo..... 193

Figura 4-164 Painel elétrico do poço Botafogo Campo 193

Figura 4-165 Vista frontal do reservatório Botafogo Campo..... 193

Figura 4-166 Vazamento do reservatório Botafogo Campo..... 193

Figura 4-167 Tubulação de saída do reservatório Botafogo Campo 194

Figura 4-168 Tubulação de entrada do reservatório Botafogo Campo..... 194

Figura 4-169 Vista frontal do poço de Andes..... 195

Figura 4-170 Vista lateral do poço de Andes 195

Figura 4-171 Vista do portão de acesso para o poço de Andes 195

Figura 4-172 Vista do portão lateral do poço de Andes 195

Figura 4-173 Vista lateral do reservatório de Andes 196

Figura 4-174 Vista do vazamento externo do reservatório de Andes 196

Figura 4-175 Vista do vazamento interno do reservatório de Andes 196

Figura 4-176 Erosão no concreto causado pelo vazamento 196

Figura 4-177 Tubulação de entrada, de saída e de limpeza do reservatório de Andes 196

Figura 4-178 Tubulação de entrada com tratamento em pastilhas de cloro e flúor do reservatório de Andes 196

Figura 4-179 Vista frontal do poço de Areias 198

Figura 4-180 Vista do macromedidor do poço de Areias 198

Figura 4-181 Vista do sistema aplicação de cloro e flúor do poço de Areias 198

Figura 4-182 Vista do painel elétrico aberto da bomba do poço de Areias 198

Figura 4-183 Vista do painel elétrico fechado da bomba do poço de Areias 198

Figura 4-184 Vista frontal do reservatório de Areias 198

Figura 4-185 Vista da tubulação de entrada do reservatório de Areias 199

Figura 4-186 Vista das duas tubulações de saída do reservatório de Areias 199

Figura 4-187 Vista frontal do poço Turvínia 200

Figura 4-188 Vista do macro medidor do poço Turvínia 200

Figura 4-189 Vista da laje sanitária do poço Turvínia 200

Figura 4-190 Vista do painel elétrico aberto do poço Turvínia 200

Figura 4-191 Vista do reservatório Turvínia 201

Figura 4-192 Vista da tubulação de entrada e saída do reservatório Turvínia 201

Figura 4-193 Vista superior da tubulação de entrada e saída do reservatório Turvínia 201

Figura 4-194 Vista da tubulação de limpeza do reservatório Turvínia 201

Figura 4-195 Vista da bateria, do servidor de internet e do armazenamento das pastilhas de cloro e flúor 201
Figura 4-196 Vista da armadura à mostra dentro do reservatório Turvínia 201
Figura 4-197 Vista do poço Turvínia Praça..... 202
Figura 4-198 Medidor de vazão do poço Turvínia Praça 202
Figura 4-199 Laje sanitária com rachadura do poço Turvínia Praça..... 203
Figura 4-200 Vista do painel elétrico abeto do poço Turvínia Praça 203
Figura 4-201 Vista frontal do poço Portal do Lago 02..... 204
Figura 4-202 Vista do medidor de vazão do poço Portal do Lago 02 204
Figura 4-203 Vista do reservatório Portal do Lago 02 204
Figura 4-204 Tubulação de entrada do reservatório Portal do Lago 02 204
Figura 4-205 Tubulação de saída do Portal do Lago 02..... 205
Figura 4-206 Tubulação de limpeza do reservatório Portal do Lago 02 205
Figura 4-207 Vista do poço Europa..... 206
Figura 4-208 Vista do medidor de vazão..... 206
Figura 4-209 Vista do reservatório e tubulações de saída 206
Figura 4-210 Vista tubulações de entrada e saída do reservatório Europa..... 206
Figura 4-211 Vista do extravasor do reservatório Europa..... 207
Figura 4-212 Vista da altura da vegetação no reservatório Europa..... 207
Figura 4-213 Vista lateral esquerda do poço Primavera..... 208
Figura 4-214 Vista lateral direita do poço Primavera..... 208
Figura 4-215 Vista do medidor de vazão do poço Primavera 208
Figura 4-216 Vista do painel elétrico fechado do poço Primavera 208
Figura 4-217 Vista do reservatório Primavera 208
Figura 4-218 Vista do extravasor do reservatório Primavera..... 208
Figura 4-219 Vista da caixa do extravasor do reservatório Primavera..... 209

Figura 4-220 Vista do extravasor do reservatório Primavera direcionado para a rua 209

Figura 4-221 Vista da tubulação de entrada do reservatório Primavera..... 209

Figura 4-222 Vista da tubulação de saída do reservatório Primavera 209

Figura 4-223 Vista de outra tubulação de saída do reservatório Primavera 209

Figura 4-224 Vista da porta de acesso para limpeza do reservatório Primavera..... 209

Figura 4-225 Vista do poço Cláudia..... 211

Figura 4-226 Fechamento em grade 211

Figura 4-227 Vista lateral da grade de fechamento do poço Cláudia..... 211

Figura 4-228 Vista do local onde o poço Cláudia está inserido 211

Figura 4-229 Vista do reservatório Cláudia Alto/Baixo..... 212

Figura 4-230 Tubulações de entrada e saída do reservatório Cláudia Alto/Baixo 212

Figura 4-231 Vista interna do reservatório Cláudia Alto/Baixo..... 212

Figura 4-232 Tubulação de dosagem de cloro e flúor por pastilha 212

Figura 4-233 Vista do painel elétrico do poço Cláudia 212

Figura 4-234 Vista da câmera de segurança apontando para o reservatório Cláudia Alto/Baixo 212

Figura 4-235 Vista de câmera de segurança instalada no reservatório Cláudia Alto/Baixo 213

Figura 4-236 Vista da iluminação interna do reservatório Cláudia Alto/Baixo com defeito..... 213

Figura 4-237 Vista do poço Progresso 215

Figura 4-238 Vista lateral do medidor de vazão do poço Progresso 215

Figura 4-239 Continuação da tubulação do poço Progresso 215

Figura 4-240 Vista elevada do medidor de vazão do poço Progresso..... 215

Figura 4-241 Tubulação de dosagem de cloro e flúor em pastilhas 215

Figura 4-242 Vista do armazenamento de matérias de construção civil próxima do poço Progresso 215

Figura 4-243 Vista de entulho próximo ao poço Progresso 216

Figura 4-244 Vista ao em torno do poço Progresso 216

Figura 4-245 Vista de um carro abandonado e vegetação alta 216

Figura 4-246 Vista da vegetação e escadas próximo ao poço Progresso 216

Figura 4-247 Vista do reservatório Progresso Elevado 216

Figura 4-248 Tubulação de entrada e saída do reservatório Progresso Elevado 216

Figura 4-249 Tubulação de saída do reservatório Progresso Elevado..... 217

Figura 4-250 Vista do vazamento na tubulação de saída 217

Figura 4-251 Vista de um plástico tampando o vazamento no Gibault da tubulação de saída..... 217

Figura 4-252 Grande vazamento localizado no Gibault da tubulação de saída do reservatório Progresso Elevado 217

Figura 4-253 Viga de sustentação com armadura à mostra..... 217

Figura 4-254 Vista do reservatório Progresso Alto/Baixo 217

Figura 4-255 Extravasor da câmara alta do reservatório Progresso Alto/Baixo 218

Figura 4-256 Extravasor da câmara baixa do reservatório Progresso Alto/Baixo 218

Figura 4-257 Tubulação de entra das câmaras alta e baixa e tubulação de limpeza .. 218

Figura 4-258 Tubulação de saída localizada na parte frontal do reservatório Progresso Alto/Baixo 218

Figura 4-259 Tubulação de saída localizada na parte traseira do reservatório Progresso Alto/Baixo 218

Figura 4-260 Vista de uma rachadura no reservatório e tubo vaso comunicante do reservatório Progresso Alto/Baixo 218

Figura 4-261 Vista do Poção Snderson 221

Figura 4-262 Vista da válvula de retenção e do medidor de vazão de Ø250mm 221

Figura 4-263 Vista display macromedidor de vazão 221

Figura 4-264 Vista do Pocinho Sanderson 221

Figura 4-265 Vista do medidor de vazão de Ø100mm..... 221

Figura 4-266 Vista dos tanques de resfriamento 221

Figura 4-267 Vista externa do painel elétrico do Poção Sanderson e tanque de resfriamento..... 222

Figura 4-268 Vista interna do painel elétrico do Poção Sanderson e tanque de resfriamento..... 222

Figura 4-269 Vista do Reservatório Sanderson. 222

Figura 4-270 Vista das tubulações de saída do Reservatório Sanderson 222

Figura 4-271 Vista da tubulação de manobra para descarga do Reservatório..... 222

Figura 4-272 Vista casa de abrigo conjunto motor bomba..... 222

Figura 4-273. Vista de conjunto moto-bomba que recalca água para o Reservatório do Progresso 223

Figura 4-274 Vista casa de abrigo painel elétrico Poção Sanderson e tanques de resfriamento..... 223

Figura 4-275 Vista sistema de monitoramento por câmeras 223

Figura 4-276 Vista sistema de monitoramento por câmeras 223

Figura 4-277. Vista local de abrigo e vazamento do hidrante 223

Figura 4-278 Vista da escada para acesso ao Reservatório Sanderson 223

Figura 4-279 Vista placa de inauguração do Poção Sanderson..... 224

Figura 4-280 Vista da entrada ao complexo Sanderson. 224

Figura 4-281 Vista do poço Tropical Velho..... 225

Figura 4-282 Vista do macromedidor de vazão do poço Tropical Velho 225

Figura 4-283 Vista do poço Tropical Novo..... 226

Figura 4-284 Vista do macromedidor de vazão do poço Tropical Novo 226

Figura 4-285 Vista do reservatório Tropical Alto/Baixo..... 226

Figura 4-286 Tubulações de entrada do reservatório Tropical Alto/Baixo 226

Figura 4-287 Vista da tubulação de saída do reservatório Tropical Alto/Baixo 226

Figura 4-288 Vista da tubulação de saída do reservatório Tropical Alto/Baixo 226
Figura 4-289 Vista da tubulação de descarga do reservatório Tropical Alto/Baixo .. 227
Figura 4-290 Vista da tubulação de limpeza do reservatório Tropical Alto/Baixo.... 227
Figura 4-291 Vista do em torno do reservatório Tropical Alto/Baixo 227
Figura 4-292 Vista do em torno do reservatório Tropical Alto/Baixo 227
Figura 4-293 Vista do poço Julia Velho..... 228
Figura 4-294 Vista do macromedidor de vazão do poço Julia Velho 228
Figura 4-295 Vista do em torno do poço Julia Velho..... 229
Figura 4-296 Vista do painel elétrico do poço Julia Velho 229
Figura 4-297 Vista do reservatório Julia 229
Figura 4-298 Vista da porta de acesso do reservatório Julia 229
Figura 4-299 Vista das tubulações de entrada e saída do reservatório Julia 229
Figura 4-300 Vista de um vazamento interno do reservatório Julia..... 229
Figura 4-301 Vista do em torno do reservatório Julia..... 230
Figura 4-302 Vista do em torno do reservatório Julia..... 230
Figura 4-303 Vista do poço Julia Novo..... 231
Figura 4-304 Vista do macromedidor..... 231
Figura 4-305 Vista sistema de tratamento do poço Julia Novo..... 231
Figura 4-306 Vista em torno do poço Julia Novo 231
Figura 4-307 Vista em torno do poço Julia Novo 231
Figura 4-308 Vista do alambrado com buraco 231
Figura 4-309 Vista do poço São Carlos..... 232
Figura 4-310 Vista do macromedidor de vazão do poço São Carlos 232
Figura 4-311 Vista sistema de tratamento em série do poço São Carlos 233
Figura 4-312 Vista da laje sanitária do poço São Carlos..... 233
Figura 4-313 Vista do buraco com vegetação alta 233

Figura 4-314 Vista da vegetação alta no poço São Carlos 233
Figura 4-315 Vista do poço FECCIB 234
Figura 4-316 Vista do Macromedidor de vazão do poço FECCIB 234
Figura 4-317 Vista do local do poço FECCIB 234
Figura 4-318 Vista do local do poço FECCIB 234
Figura 4-319 Vista do reservatório FECCIB 235
Figura 4-320 Vista da tubulação de entrada do reservatório FECCIB 235
Figura 4-321 Vista da tubulação de saída do corpo de bombeiros 235
Figura 4-322 Vista da tubulação de saída para o FECCIB 235
Figura 4-323 Vista do poço Santaella 236
Figura 4-324 Vista do macromedidor de vazão do poço Santaella 236
Figura 4-325 Reservatórios Torres Gêmeas 237
Figura 4-326 Tubulação de saída dos reservatórios 237
Figura 4-327 Tubulação vaso comunicante de entrada vinda do poço Santaella 237
Figura 4-328 Tubulação vaso comunicante localizada acima no reservatório 237
Figura 4-329 Vista do poço SetJardim 240
Figura 4-330 Macromedidor do poço SetJardim 240
Figura 4-331 Laje sanitária do poço SetJardim 240
Figura 4-332 Abrigo do operador do poço SetJardim 240
Figura 4-333 Vista ao em torno do poço SetJardim 241
Figura 4-334 Câmera de segurança do poço SetJardim 241
Figura 4-335 Continuação do poço SetJardim 241
Figura 4-336 Sistema de tratamento do poço SetJardim 241
Figura 4-337 Vista do e da laje sanitária do poço Souza Lima 241
Figura 4-338 Vista da continuação do poço Souza Limpa 241
Figura 4-339 Macromedidor do poço Souza Lima 242

Figura 4-340 Painel elétrico do poço Souza Lima 242
Figura 4-341 Vista do reservatório SetJardim 242
Figura 4-342 Vista da tubulação de entrada 242
Figura 4-343 Vista da tubulação de entrada do reservatório SetJardim 242
Figura 4-344 Vista da tubulação de limpeza e das tubulações de saída 242
Figura 4-345 Vista reservatório Souza Lima 243
Figura 4-346 Tubulação de entrada do reservatório Souza Lima 243
Figura 4-347 Vista da tubulação de saída 243
Figura 4-348 T tubulação de entrada 243
Figura 4-349 Vista do reservatório Jardim Itália 243
Figura 4-350 Vista da tubulação de entrada 243
Figura 4-351 Vista da tubulação de saída do reservatório Jardim Itália 244
Figura 4-352 Continuação da tubulação de entrada 244
Figura 4-353 Vista do extravasor do reservatório do Jardim Itália 244
Figura 4-354 Vista do alambrado com buracos 244
Figura 4-355 Vista do poço Boa Vista 245
Figura 4-356 Sistema de tratamento 245
Figura 4-357 Vista do portão do poço Boa Vista 245
Figura 4-358 Vista dos carros estacionados próximo ao poço Boa Vista 245
Figura 4-359 Vista do reservatório Boa Vista Alto/Baixo 246
Figura 4-360 Escada de acesso do reservatório Boa Vista Alto/Baixo 246
Figura 4-361 Disjuntor da válvula de retenção com defeito 247
Figura 4-362 Vista das tubulações de entrada, saída e limpeza 247
Figura 4-363 Vista do reservatório Rassim Dibe 248
Figura 4-364 Porta de acesso que estava trancada 248
Figura 4-365 tubulação de entrada sem o sistema de tratamento 248

Figura 4-366 Extravasor do reservatório Rassim Dibe 248
Figura 4-367 Câmera de vigilância instalada no reservatório 249
Figura 4-368 Vista da tubulação de entrada vinda do poço Rassim Dibe 249
Figura 4-369 Vista do local do reservatório Rassim Dibe 249
Figura 4-370 Poço Rassim Dibe desativado 249
Figura 4-371 Vista do reservatório Jordana Velho 252
Figura 4-372 Macromedidor do poço Jordana Velho 252
Figura 4-373 Vazamento na torneira do poço Jordana Velho 252
Figura 4-374 Sistema de tratamento do poço Jordana Velho 252
Figura 4-375 Painel elétrico do poço Jordana Velho 253
Figura 4-376 Painel elétrico do poço Jordana Velho 253
Figura 4-377 Painel elétrico aberto do poço Jordana Velho 253
Figura 4-378 Câmera de segurança do local 253
Figura 4-379 Vista frontal do poço Jordana Novo 253
Figura 4-380 Macromedidor do poço Jordana Novo 253
Figura 4-381 Sistema de tratamento do poço Jordana Novo 254
Figura 4-382 Estoque de tubos no local próximo do poço Jordana Novo 254
Figura 4-383 Vista do painel elétrico do poço Jordana Novo 254
Figura 4-384 Estoque de tubos no local próximo do poço Jordana Novo 254
Figura 4-385 Vista do reservatório Jordana 1.000m³ 254
Figura 4-386 Vista das escadas de acesso do reservatório Jordana 1.000m³ 254
Figura 4-387 Tubulação de saída com bombeamento 255
Figura 4-388 Informações da bomba da tubulação de saída 255
Figura 4-389 Tubulação de limpeza do reservatório Jordana 1.000m³ 255
Figura 4-390 Tubulação de entrada do reservatório Jordana 1.000m³ 255
Figura 4-391 Vista do reservatório Jordana Alto/Baixo 255

Figura 4-392 Tubulação de entrada do reservatório Jordana Alto/Baixo 255
Figura 4-393 Tubulação de saída do reservatório Jordana Alto/Baixo 256
Figura 4-394 Tubulação de saída do reservatório Jordana Alto/Baixo 256
Figura 4-395 Tubulação de limpeza do reservatório Jordana Alto/Baixo 256
Figura 4-396 Vista em torno do reservatório Jordana Alto/Baixo 256
Figura 4-397 Vista do reservatório Jordana 500m³ 256
Figura 4-398 Tubulação de entrada do reservatório Jordana 500m³ 256
Figura 4-399 Extravasor e tubulação de limpeza 257
Figura 4-400 Tubulação de saída do reservatório Jordana 500m³ 257
Figura 4-401 Vista reservatório Centenário 257
Figura 4-402 Tubulação de entrada do reservatório Centenário 257
Figura 4-403 Continuação da tubulação de entrada do reservatório Centenário 257
Figura 4-404 Manchas de água no reservatório Centenário 257
Figura 4-405 Portão de acesso ao local do Reservatório Centro 258
Figura 4-406 Vista do Reservatório Centro 258
Figura 4-407. Vista tubulação de entrada do Reservatório Centro 258
Figura 4-408 Vista tubulação de saída do Reservatório Centro 258
Figura 4-409 Vista do extravasor do Reservatório Centro 259
Figura 4-410 Vista em torno do Reservatório Centro 259
Figura 4-411 Vista entorno do Reservatório Centro 259
Figura 4-412 Vista entorno do Reservatório Centro 259
Figura 4-413. Vista do Poção 261
Figura 4-414 Vista da válvula de retenção 261
Figura 4-415 Vista macromedidor 261
Figura 4-416 Vista do sistema de cloro 261
Figura 4-417 Vista dos tanques de resfriamento 261

Figura 4-418 Vista do Reservatório 2.000m³ 261

Figura 4-419 Vista Poço Desativado Pedro Paschoal 262

Figura 4-420 Vista do medidor de vazão do Poço Desativado Pedro Paschoal 262

Figura 4-421 Vista das ligações entre os reservatórios 262

Figura 4-422 Vista das ligações entre os reservatórios 262

Figura 4-423 Vista dos Reservatórios 01, 02 e 03 do Complexo Pedro Paschoal 262

Figura 4-424 Vista do sistema de monitoramento por câmeras no Complexo Pedro Paschoal..... 262

Figura 4-425. Câmera de segurança do complexo Pedro Paschoal 263

Figura 4-426 Vista do Complexo Pedro Paschoal..... 263

Figura 4-427 Vista do Complexo Pedro Paschoal..... 263

Figura 4-428 Vista do Complexo Pedro Paschoal..... 263

Figura 4-429 Vista geral do Poço e Booster Pedro Paschoal 264

Figura 4-430 Vista do Poço Pedro Paschoal 264

Figura 4-431. Vista medidor de vazão do Poço Pedro Paschoal 264

Figura 4-432 Vista do Booster Pedro Paschoal 264

Figura 4-433 Vista externa painel elétrico do Poço Pedro Paschoal 265

Figura 4-434 Vista interna painel elétrico do Poço Pedro Paschoal..... 265

Figura 4-435 Vista externa painel elétrico do Booster Pedro Paschoal..... 265

Figura 4-436 Vista interna painel elétrico do Booster Pedro Paschoal 265

Figura 4-437 - Vista durante o ensaio de esclerometria. 272

Figura 4-438 - Vistas do ensaio de percussão para auscultação de sons cavos..... 272

Figura 4-439 - Vistas do ensaio de alcalinidade do concreto 272

Figura 4-440 - Vistas do ensaio de pacometria. 273

Figura 4-441 - Vistas do ensaio de extração de testemunhos para ensaios de resistência do concreto a compressão em laboratório. 273

Figura 4-442 - Vistas do ensaio de resistência ao arranchamento. 274
Figura 4-443. Vista do registro com vazamento 278
Figura 4-444. Painel apenas com soft starter 279
Figura 4-445. Painel apenas com soft starter 279
Figura 4-446. Comportas a serem substituídas 280
Figura 4-447. Falta de guarda corpo na passarela para acesso as comportas 280
Figura 4-448. Tampa da caixa de abrigo do macromedidor 281
Figura 4-449. Vazamento das descargas dos filtros 281
Figura 4-450. Módulo de floculação desativado 282
Figura 4-451. Vazamento no reservatório de retrolavagem 282
Figura 4-452. Registro de uma das comportas a serem substituídas 283
Figura 4-453. Registro de 300mm com vazamento 283
Figura 4-454. Registro de 200mm com vazamento 283
Figura 4-455. Local do vazamento 284
Figura 4-456. Vista do vazamento 284
Figura 5-1. Ligações de água espacializadas 294
Figura 5-2. Indicação de lotes vagos 295
Figura 5-3. Locação de novos empreendimentos e limites urbano e de expansão do município 296
Figura 5-4. Média de moradores por domicílio (Censo 2022) 298
Figura 5-5. Percentual de operação das VRPs nas vazões mínimas, normais e máximas 303
Figura 5-6. Reservatório Tropical. 305
Figura 5-7. Delimitação do DMC 01. 306
Figura 5-8. Intervenções do DMC 01. 308
Figura 5-9. Reservatório Tropical. 309

Figura 5-10. Delimitação do DMC 02. 309
Figura 5-11. Intervenções do DMC 02. 311
Figura 5-12. VRP do DMC 02 312
Figura 5-13. Reservatório Portal do Lago II. 313
Figura 5-14. Delimitação do DMC 03. 314
Figura 5-15. Intervenções do DMC 03. 316
Figura 5-16. Reservatório São Carlos. 317
Figura 5-17. Delimitação do DMC 04. 318
Figura 5-18. Intervenções do DMC 04. 320
Figura 5-19. VRP do DMC 04 321
Figura 5-20. Reservatório 2.000m³ ETAII. 322
Figura 5-21. Delimitação do DMC 19. 322
Figura 5-22. Intervenções do DMC 19. 324
Figura 5-23. Reservatório 1.000m³ ETAII. 325
Figura 5-24. Delimitação do DMC 31. 326
Figura 5-25. Intervenções do DMC 31. 327
Figura 5-26. VRP do DMC 31 328
Figura 5-27. Reservatório Europa. 330
Figura 5-28. Delimitação do DMC 05 330
Figura 5-29. Intervenções do DMC 05. 332
Figura 5-30. VRP do DMC 05 333
Figura 5-31. Reservatório Torre Gêmeas 01. 334
Figura 5-32. Delimitação do DMC 06. 334
Figura 5-33. Intervenções do DMC 06. 336
Figura 5-34. Reservatório Torre Gêmeas 02. 337
Figura 5-35. Delimitação do DMC 10. 337

Figura 5-36. Intervenções do DMC 10. 339
Figura 5-37. Reservatório 1 da ETA I. 341
Figura 5-38. Reservatório 2 da ETA I. 341
Figura 5-39. Reservatório Almoxarifado da ETA I. 342
Figura 5-40. Delimitação do DMC 07. 342
Figura 5-41. Intervenções do DMC 07. 344
Figura 5-42. VRP do DMC 07 345
Figura 5-43. Delimitação do DMC 33 - Booster. 346
Figura 5-44. Intervenções do DMC 33 - Booster. 347
Figura 5-45. Reservatório Torre da ETA I. 348
Figura 5-46. Delimitação do DMC 32. 349
Figura 5-47. Curva de rendimento da bomba do reservatório Torre. 351
Figura 5-48. Intervenções do DMC 32. 351
Figura 5-49. Reservatório Jordana. 353
Figura 5-50. Delimitação do DMC 08. 354
Figura 5-51. Intervenções do DMC 08. 356
Figura 5-52. Reservatório Jordana. 357
Figura 5-53. Delimitação do DMC 11. 358
Figura 5-54. Intervenções do DMC 11. 359
Figura 5-55. Reservatório Centenário. 361
Figura 5-56. Delimitação do DMC 09. 361
Figura 5-57. Intervenções do DMC 09. 363
Figura 5-58. VRP do DMC 09 364
Figura 5-59. Reservatório Boa Vista. 365
Figura 5-60. Delimitação do DMC 12. 366
Figura 5-61. Localização do reservatório proposto. 368

Figura 5-62. Intervenções do DMC 12. 369
Figura 5-63. VRP do DMC 12. 370
Figura 5-64. Reservatório Jardim Itália. 371
Figura 5-65. Delimitação do DMC 14. 371
Figura 5-66. Intervenções do DMC 14. 373
Figura 5-67. Reservatório Sete Jardins. (RSJ) 374
Figura 5-68. Delimitação do Setor 15 - Sete Jardins. 375
Figura 5-69. Intervenções e DMCs do Setor 15 – Sete Jardins. 376
Figura 5-70. Áreas delimitadas pelas VRPs do Setor 15. 377
Figura 5-71. Reservatório Souza Lima (RSL). 378
Figura 5-72. Delimitação do DMC 18 - Souza Lima. 379
Figura 5-73. Intervenções do DMC 18. 381
Figura 5-74. Área delimitada pela VRP do Setor Souza Lima. 382
Figura 5-75. Reservatório Rassin Dib. 383
Figura 5-76. Delimitação do DMC 20. 383
Figura 5-77. Localização do reservatório proposto 385
Figura 5-78. Intervenções do DMC 20. 386
Figura 5-79. Reservatório Primavera. 387
Figura 5-80. Delimitação do DMC 21. 388
Figura 5-81. Área de Expansão Urbana. 389
Figura 5-82. Localização do reservatório proposto. 391
Figura 5-83. Reservatório Pedro Pascoal RPP-2000. 392
Figura 5-84. Delimitação do DMC 22. 393
Figura 5-85. Localização de novos empreendimentos do DMC 22. 394
Figura 5-86. Intervenções do DMC 22. 395
Figura 5-87. Reservatórios Pedro Paschoal RPP1 e 3. 396

Figura 5-88. Delimitação do DMC 23. 397
Figura 5-89. Área de Expansão Urbana e Novo Empreendimento do DMC 23. 397
Figura 5-90. Intervenções do DMC 23. 399
Figura 5-91. Delimitação do Setor 21 400
Figura 5-92. Reservatório Cláudia. 401
Figura 5-93. Delimitação do Setor 21 – DMC 24 401
Figura 5-94. Intervenções do DMC 24. 403
Figura 5-95. Áreas de possível expansão do Sistema Progresso. 404
Figura 5-96. Reservatório Progresso – Câmara Dupla. 405
Figura 5-97. Delimitação do Setor 26 – RPR-INF. 405
Figura 5-98. Intervenções do DMC 26. 407
Figura 5-99. Reservatório Progresso – Câmara Dupla. 408
Figura 5-100. Delimitação do DMC 27. 408
Figura 5-101. Intervenções do DMC 27. 410
Figura 5-102. Reservatório elevado RPRE. 411
Figura 5-103. Delimitação do DMC 30. 411
Figura 5-104. Intervenções do DMC 30. 413
Figura 5-105. Reservatório Sazembe - Centro. 414
Figura 5-106. Delimitação do DMC 28. 414
Figura 5-107. Localização do reservatório proposto. 416
Figura 5-108. Intervenções do DMC 28. 417
Figura 5-109. VRP do DMC 28. 418
Figura 5-110. Reservatório Sanderson. 419
Figura 5-111. Delimitação do DMC 29. 419
Figura 5-112. Intervenções do DMC 29. 421
Figura 5-113. VRP do DMC 29. 422

Figura 5-114. Delimitação do Setor 26 423
Figura 5-115. Localização do Reservatório proposto RAP-01–RMD 424
Figura 5-116. Intervenções do Setor 26 – DMC 34 425
Figura 5-117. Reservatório Areias..... 426
Figura 5-118. Reservatório Andes..... 429
Figura 5-119. Reservatório Botafogo. 432
Figura 5-120. Intervenções do DMC 37. 434
Figura 5-121. Reservatório Turvínia. 435
Figura 6-1. Croqui de localização do macromedidor do DMC 01 443
Figura 6-2. Croqui de localização do macromedidor do DMC 02 444
Figura 6-3. Croqui de localização do macromedidor do DMC 03 444
Figura 6-4. Croqui de localização do macromedidor do DMC 04 445
Figura 6-5. Croqui de localização do macromedidor do DMC 19 446
Figura 6-6. Croqui de localização do macromedidor do DMC 31 447
Figura 6-7. Croqui de localização do macromedidor do DMC 05 447
Figura 6-8. Croqui de localização do macromedidor do DMC 06 448
Figura 6-9. Croqui de localização do macromedidor do DMC 10 449
Figura 6-10. Croqui de localização do macromedidor do DMC 07 450
Figura 6-11. Croqui de localização do macromedidor do DMC 33 450
Figura 6-12. Croqui de localização do macromedidor do DMC 32 451
Figura 6-13. Croqui de localização dos macromedidores do DMC 08 e 11 452
Figura 6-14. Croqui de localização do macromedidor do DMC 09 453
Figura 6-15. Croqui de localização do macromedidor do DMC 12 453
Figura 6-16. Croqui de localização do macromedidor do DMC 14 454
Figura 6-17. Croqui de localização do macromedidor do DMC 15 455
Figura 6-18. Croqui de localização do macromedidor do DMC 17 456

Figura 6-19. Croqui de localização do macromedidor do DMC 18 456
Figura 6-20. Croqui de localização do macromedidor do DMC 20 457
Figura 6-21. Croqui de localização do macromedidor do DMC 21 458
Figura 6-22. Croqui de localização do macromedidor do DMC 22 459
Figura 6-23. Croqui de localização do macromedidor do DMC 23 459
Figura 6-24. Croqui de localização do macromedidor do DMC 24 e 25 460
Figura 6-25. Croqui de localização do macromedidor do DMC 26 e 27 461
Figura 6-26. Croqui de localização do macromedidor do DMC 30 462
Figura 6-27. Croqui de localização do macromedidor do DMC 28 462
Figura 6-28. Croqui de localização do macromedidor do DMC 29 463
Figura 6-29. Croqui de localização do macromedidor do DMC 34 464
Figura 6-30. Croqui de localização do macromedidor do DMC 35 465
Figura 6-31. Croqui de localização do macromedidor do DMC 36 465
Figura 6-32. Croqui de localização do macromedidor do DMC 37 466
Figura 6-33. Croqui de localização do macromedidor do DMC 38 467
Figura 7-1 Ponto de instalação do logger 476
Figura 7-2 Logger instalado 476
Figura 7-3 Ponto de instalação do logger 478
Figura 7-4 Logger instalado 478
Figura 7-5 Ponto de instalação do logger 480
Figura 7-6 Logger instalado 480
Figura 7-7 Ponto de instalação do logger 482
Figura 7-8 Logger instalado 482
Figura 7-9 Ponto de instalação do logger 484
Figura 7-10 Logger instalado 484
Figura 7-11 Ponto de instalação do logger 486

Figura 7-12 Logger instalado 486
Figura 7-13 Ponto de instalação do logger 488
Figura 7-14 Logger instalado 488
Figura 7-15 Ponto de instalação do logger 490
Figura 7-16 Logger instalado 490
Figura 7-17 Ponto de instalação do logger 492
Figura 7-18 Logger instalado 492
Figura 7-19 Ponto de instalação do logger 494
Figura 7-20 Logger instalado 494
Figura 7-21 Ponto de instalação do logger 496
Figura 7-22 Logger instalado 496
Figura 7-23 Ponto de instalação do logger 498
Figura 7-24 Logger instalado 498
Figura 7-25 Ponto de instalação do logger 500
Figura 7-26 Logger instalado 500
Figura 7-27 Ponto de instalação do logger 502
Figura 7-28 Logger instalado 502
Figura 7-29 Ponto de instalação do logger 504
Figura 7-30 Logger instalado 504
Figura 7-31 Ponto de instalação do logger 506
Figura 7-32 Logger instalado 506
Figura 7-33 Ponto de instalação do logger 508
Figura 7-34 Logger instalado 508
Figura 7-35 Ponto de instalação do logger 510
Figura 7-36 Logger instalado 510
Figura 7-37 Ponto de instalação do logger 512

Figura 7-38 Logger instalado 512
Figura 7-39 Ponto de instalação do logger 514
Figura 7-40 Logger instalado 514
Figura 7-41 Ponto de instalação do logger 516
Figura 7-42 Logger instalado 516
Figura 7-43 Ponto de instalação do logger 518
Figura 7-44 Logger instalado 518
Figura 7-45 Ponto de instalação do logger 520
Figura 7-46 Logger instalado 520
Figura 7-47 Ponto de instalação do logger 522
Figura 7-48 Logger instalado 522
Figura 7-49 Ponto de instalação do logger 524
Figura 7-50 Logger instalado 524
Figura 7-51 Ponto de instalação do logger 526
Figura 7-52 Logger instalado 526
Figura 7-53 Ponto de instalação do logger 528
Figura 7-54 Logger instalado 528
Figura 7-55 Ponto de instalação do logger 530
Figura 7-56 Logger instalado 530
Figura 7-57 Ponto de instalação do logger 532
Figura 7-58 Logger instalado 532
Figura 8-1 - Demarcação com tinta branca no local onde foi detectado vazamento não visível 540
Figura 8-2 - Retroescavadeira abrindo o local do vazamento não visível 540
Figura 8-3 - Localização do vazamento 541
Figura 8-4 - Furo na rede que causou o vazamento 541

Figura 8-5 – Isolamento e sinalização da área de reparo de vazamento..... 542
Figura 8-6 – Substituição de ramal com vazamento..... 542
Figura 8-7 - Localização do vazamento não visível..... 543
Figura 8-8 - Localização do vazamento no ferrolhe..... 543
Figura 8-9 - Vista do Correlacionador de Ruídos..... 549
Figura 8-10 - Vista do DataLogger de Ruídos 549
Figura 8-11 - Vista do Geofone Eletrônico 549
Figura 8-12 - Vista da haste de escuta..... 549
Figura 8-13 - Vista do Locador de Massa Metálica 549
Figura 8-14 - Vista do Manômetro..... 549
Figura 8-15 - Vista da Trena..... 550
Figura 8-16 - Vista da Roda de Medição..... 550
Figura 8-17 - Exemplo de Ordem de Serviço gerada para reparo de vazamentos 551
Figura 8-18 - Exemplo de Ordem de Serviço gerada para reparo de vazamentos 552
Figura 8-19. Divisão de setores do município de Bebedouro..... 555
Figura 8-20. Setor 13 556
Figura 8-21. Setor 17 557
Figura 8-22. Setor 20 558
Figura 8-23. Setor 18 559
Figura 8-24. Setor 14 560
Figura 8-25. Setor 19 561
Figura 8-26. Setor 24 562
Figura 8-27. Setor 11 563
Figura 8-28. Setor 1 564
Figura 8-29. Setor 21 565
Figura 8-30. Setor 28 – Distrito Turvínia 566

Figura 8-31. Setor 12 567
Figura 8-32. Setor 23 568
Figura 8-33. Setor 16 569
Figura 8-34. Setor 9 570
Figura 8-35. Setor 15 571
Figura 8-36. Setor 29 – Distrito Andes 572
Figura 8-37. Setor 4 573
Figura 8-38. Setor 5 574
Figura 8-39. Setor 2 575
Figura 8-40. Setor 7 576
Figura 8-41. Setor 10 577
Figura 8-42. Setor 3 578
Figura 8-43. Setor 6 579
Figura 8-44. Setor 22 580
Figura 8-45 – Veículo sugerido 582
Figura 8-46 – Principio de funcionamento do medidor ultrassônico 583
Figura 8-47 – Equipamento medidor ultrassônico 583
Figura 8-48 – Equipamento medidor ultrassônico 583
Figura 8-49 – Haste de escuta 584
Figura 8-50 – Haste de Escuta 584
Figura 8-51 – Barra de perfuração 584
Figura 8-52 – Geofone Eletrônico 585
Figura 8-53 – Localizador de Massa Metálica 586
Figura 8-54 – Correlacionador de Ruídos 586
Figura 8-55 – Correlacionador de Ruídos 586
Figura 8-56 – Data-Logger de Pressão 587

Figura 8-57 – Data-Logger de Pressão 587
Figura 9-1 Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas 603
Figura 9-2. Exemplo de comparativo mensal de desempenho 611
Figura 9-3. Acompanhamento mensal de perdas 612
Figura 9-4. Balanço hídrico 613
Figura 9-5. Gráfico das proporções de consumos e perdas 617
Figura 9-6. Fragmentação das perdas no sistema de abastecimento 618
Figura 9-7. Composição das perdas comerciais 619
Figura 10-1. Projeção do envelhecimento dos medidores com idade menor que 5 anos 624
Figura 10-2. Marcações no corpo do hidrômetro 630
Figura 10-3. Caixa de proteção para hidrômetros 631
Figura 10-4. Lacre antifraudes 631
Figura 10-5. Cavalete padrão – ligação única 631
Figura 10-6. Cavalete padrão – mais de uma ligação 632
Figura 10-7. Componente da ligação de água 632
Figura 10-8. Opções para instalação de caixa 633
Figura 10-9. Opções para instalação de caixa em muro lateral – Vista A 634
Figura 10-10. Opções para instalação de caixa em muro frontal – Vista B 634
Figura 10-11. Opções para instalação de caixa em mureta 635
Figura 10-12. Conexões do conjunto do medidor 635
Figura 10-13. Conexões do ramal à entrada de água 636
Figura 10-14. Fixação da conexão de entrada 636
Figura 10-15. Fixação da conexão de saída 636
Figura 10-16. Fixação do hidrômetro 637

Figura 11-1. Tubulação de Ferro Fundido DN 50mm apresentando grau avançado de incrustação 651

Figura 11-2. Tubulação de Ferro Fundido DN 50mm apresentando grau avançado de incrustação 651

Figura 11-3. Locais que possuem rede de ferro fundido DN 50mm 652

Figura 11-4. Locais que possuem rede de CA DN 50mm 653

Figura 11-5. Locais que possuem rede de ferro fundido DN 65mm 655

Figura 11-6. Locais que possuem rede de ferro fundido DN 75mm 657

Figura 11-7. Locais que possuem rede de Aço DN 75mm 658

Figura 11-8. Locais que possuem rede de CA DN 100mm 659

Figura 11-9. Locais que possuem rede de Aço DN 125mm 661

Figura 12-1. Quantidade de ligações com faturamento superior ao volume medido . 671

Figura 12-2. Balanço hídrico do município de Bebedouro 675

Figura 12-3. Distribuição das perdas no município 675

Figura 12-4. Estimativa do impacto no faturamento com crescimento da perda aparente 677

Figura 12-5. Modelo sugerido de pesquisa de satisfação de clientes 680

Figura 12-6. Ações pare dedução das perdas físicas e aparentes 681

Figura 13-1. Comparativo de investimentos por ações em cada um dos cenários 697

Figura 13-2. Estimativa de recuperação por eixo de atuação em cada cenário 697

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-1 Cronograma de execução dos serviços que compõem a Revisão do Plano Diretor de Combate as Perdas. 73

Tabela 2-1. Quantificação de redes do sistema de abastecimento 75

Tabela 2-2. Quantificação de redes do sistema de adução dos reservatórios 76

Tabela 2-3. Quantificação de redes do sistema de adução de água bruta 77

Tabela 2-4. Comprimento e proporção dos materiais presentes no sistema de abastecimento 77

Tabela 3-1. Resumo das unidades onde foram realizadas medições de vazão 84

Tabela 4-1. Unidades Operacionais Bebedouro/SP. 139

Tabela 4-2. Resumo dos conjuntos motor-bomba 175

Tabela 4-3. Unidades operacionais a serem inseridas no CCO 266

Tabela 4-4. Sistemas de bombeamento para implantação de Inversor de Frequência 269

Tabela 4-5. Tabela resumo dos reservatórios existentes 274

Tabela 4-6. Locais para implantação de câmeras e alarmes 276

Tabela 4-7. Locais para implantação de câmeras e alarmes, além de cercamento 277

Tabela 4-8. Tabela resumo dos pontos de melhorias identificados 285

Tabela 4-9. Estimativa de custos para implantação das melhorias propostas 291

Tabela 5-1. Relação de novos empreendimentos 296

Tabela 5-2. Quantificação de economias 297

Tabela 5-3. Coeficientes de rugosidade C 304

Tabela 5-4. Características hidráulicas do DMC 01 306

Tabela 5-5. Características do macromedidor do DMC 01 308

Tabela 5-6. Características hidráulicas do DMC 02 310

Tabela 5-7. Características do macromedidor do DMC 02 311

Tabela 5-8. Características da VRP do DMC 02 312

Tabela 5-9. Características hidráulicas do DMC 03 314
Tabela 5-10. Características do macromedidor do DMC 03 316
Tabela 5-11. Características hidráulicas do DMC 04 318
Tabela 5-12. Características do macromedidor do DMC 04 320
Tabela 5-13. Características da VRP do DMC 04 321
Tabela 5-14. Características hidráulicas do DMC 19 323
Tabela 5-15. Características do macromedidor do DMC 19 324
Tabela 5-16. Características hidráulicas do DMC 31 326
Tabela 5-17. Características do macromedidor do DMC 31 328
Tabela 5-18. Características da VRP do DMC 31 329
Tabela 5-19. Características hidráulicas do DMC 05 331
Tabela 5-20. Características do macromedidor do DMC 05 332
Tabela 5-21. Características da VRP do DMC 05 333
Tabela 5-22. Características hidráulicas do DMC 06 335
Tabela 5-23. Características do macromedidor do DMC 06 336
Tabela 5-24. Características hidráulicas do DMC 10 338
Tabela 5-25. Características do macromedidor do DMC 10 339
Tabela 5-26. Características hidráulicas do DMC 07 343
Tabela 5-27. Características do macromedidor do DMC 07 344
Tabela 5-28. Características da VRP do DMC 07. 345
Tabela 5-29. Características hidráulicas do DMC 33 - Booster 346
Tabela 5-30. Características do macromedidor do DMC 33 - Booster 348
Tabela 5-31. Características hidráulicas do DMC 32 349
Tabela 5-32. Características do macromedidor do DMC 32 352
Tabela 5-33. Características hidráulicas do DMC 08 355
Tabela 5-34. Características do macromedidor do DMC 08 356

Tabela 5-35. Características hidráulicas do DMC 11 358
Tabela 5-36. Características do macromedidor do DMC 11 360
Tabela 5-37. Características hidráulicas do DMC 09 362
Tabela 5-38. Características do macromedidor do DMC 09 363
Tabela 5-39. Características da VRP do DMC 09 364
Tabela 5-40. Características hidráulicas do DMC 12 366
Tabela 5-41. Características do macromedidor do DMC 12 369
Tabela 5-42. Características da VRP do DMC 12 370
Tabela 5-43. Características hidráulicas do DMC 14 372
Tabela 5-44. Características do macromedidor do DMC 14 373
Tabela 5-45. Características hidráulicas do Setor Sete Jardins 375
Tabela 5-46. Características dos macromedidores do Setor 15 377
Tabela 5-47. Características da VRP do Setor 15 378
Tabela 5-48. Características hidráulicas do DMC 18 380
Tabela 5-49. Características dos macromedidores do DMC 18 381
Tabela 5-50. Características da VRP do DMC 18 382
Tabela 5-51. Características hidráulicas do DMC 20 384
Tabela 5-52. Características do macromedidor do DMC 20 386
Tabela 5-53. Características hidráulicas do DMC 21 389
Tabela 5-54. Características do macromedidor do DMC 21 391
Tabela 5-55. Características hidráulicas do DMC 22 394
Tabela 5-56. Características do macromedidor do Setor 32 – REL - Centro 396
Tabela 5-57. Características hidráulicas do DMC 23 398
Tabela 5-58. Características do macromedidor do DMC 23. 399
Tabela 5-59. Características hidráulicas do DMC 24 402
Tabela 5-60. Características do macromedidor do DMC 24 403

Tabela 5-61. Características hidráulicas do DMC 26 406
Tabela 5-62. Características do macromedidor do DMC 26. 407
Tabela 5-63. Características hidráulicas do DMC 27 409
Tabela 5-64. Características do macromedidor do DMC 27. 410
Tabela 5-65. Características hidráulicas do DMC 30 412
Tabela 5-66. Características do macromedidor do DMC 30. 413
Tabela 5-67. Características hidráulicas do DMC 28 415
Tabela 5-68. Características do macromedidor do DMC 28 417
Tabela 5-69. Características da VRP do DMC 28 418
Tabela 5-70. Características hidráulicas do DMC 29 420
Tabela 5-71. Características do macromedidor do DMC 29 421
Tabela 5-72. Características da VRP do DMC 29 422
Tabela 5-73. Características hidráulicas do Setor 26 – DMC 34 424
Tabela 5-74. Características do macromedidor do Setor 26 – DMC 34 425
Tabela 5-75. Características hidráulicas do DMC 35 427
Tabela 5-76. Características do macromedidor do DMC 35 428
Tabela 5-77. Características hidráulicas do DMC 36 430
Tabela 5-78. Características do macromedidor do DMC 36 431
Tabela 5-79. Características hidráulicas do DMC 37 432
Tabela 5-80. Características do macromedidor do DMC 37. 434
Tabela 5-81. Características hidráulicas do DMC 38 436
Tabela 5-82. Características do macromedidor do Setor 30 – Turvínia 436
Tabela 6-1. Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de macromedidores 440
Tabela 6-2. Tabela resumo dos macromedidores a serem implantados 441
Tabela 6-3. Relação de macromedidor do DMC 01 443
Tabela 6-4. Relação de macromedidor do DMC 02 443

Tabela 6-5. Relação do macromedidor do DMC 03 444
Tabela 6-6. Relação do macromedidor do DMC 04 445
Tabela 6-7. Relação de macromedidor do DMC 19 446
Tabela 6-8. Relação de macromedidor do DMC 31 446
Tabela 6-9. Relação de macromedidores dos DMC 05 447
Tabela 6-10. Relação do macromedidor do DMC 06 448
Tabela 6-11. Relação de macromedidor do DMC 10 449
Tabela 6-12. Relação do macromedidor do DMC 07 450
Tabela 6-13. Relação do macromedidor do DMC 33 450
Tabela 6-14. Relação de macromedidor do DMC 32 451
Tabela 6-15. Relação de macromedidores dos DMC 08 e 11 452
Tabela 6-16. Relação de macromedidor do DMC 09 452
Tabela 6-17. Relação de macromedidor do DMC 12 453
Tabela 6-18. Relação de macromedidor do DMC 14 454
Tabela 6-19. Relação de macromedidore do DMC 15 455
Tabela 6-20. Relação de macromedidores dos DMC 17 455
Tabela 6-21. Relação de macromedidor do DMC 18 456
Tabela 6-22. Relação de macromedidor do DMC 20 457
Tabela 6-23. Relação de macromedidor do DMC 21 458
Tabela 6-24. Relação do macromedidor do DMC 22 458
Tabela 6-25. Relação de macromedidor do DMC 23 459
Tabela 6-26. Relação de macromedidores do DMC 24 e 25 460
Tabela 6-27. Relação do macromedidor do DMC 26 e 27 461
Tabela 6-28. Relação de macromedidor do DMC 30 461
Tabela 6-29. Relação de macromedidor do DMC 28 462
Tabela 6-30. Relação de macromedidor do DMC 29 463

Tabela 6-31. Relação de macromedidor do DMC 34 464

Tabela 6-32. Relação de macromedidor do DMC 35 464

Tabela 6-33. Relação de macromedidor do DMC 36 465

Tabela 6-34. Relação de macromedidor do DMC 37 466

Tabela 6-35. Relação de macromedidor do DMC 38 467

Tabela 6-36. Resumo dos investimentos para macromedição do município de Bebedouro 467

Tabela 6-37. Cronograma Físico-Financeiro para implantação dos macromedidores de vazão 472

Tabela 7-1 Resumo das medições realizadas no município de Bebedouro 474

Tabela 7-2 Resumo do monitoramento – Ponto 01 476

Tabela 7-3 Resumo do monitoramento – Ponto 02 478

Tabela 7-4 Resumo do monitoramento – Ponto 03 480

Tabela 7-5 Resumo do monitoramento – Ponto 04 482

Tabela 7-6 Resumo do monitoramento – Ponto 05 484

Tabela 7-7 Resumo do monitoramento – Ponto 06 486

Tabela 7-8 Resumo do monitoramento – Ponto 07 488

Tabela 7-9 Resumo do monitoramento – Ponto 08 490

Tabela 7-10 Resumo do monitoramento – Ponto 09 492

Tabela 7-11 Resumo do monitoramento – Ponto 10 494

Tabela 7-12 Resumo do monitoramento – Ponto 11 496

Tabela 7-13 Resumo do monitoramento – Ponto 12 498

Tabela 7-14 Resumo do monitoramento – Ponto 13 500

Tabela 7-15 Resumo do monitoramento – Ponto 14 502

Tabela 7-16 Resumo do monitoramento – Ponto 15 504

Tabela 7-17 Resumo do monitoramento – Ponto 16 506

Tabela 7-18 Resumo do monitoramento – Ponto 17 508

Tabela 7-19 Resumo do monitoramento – Ponto 18 510

Tabela 7-20 Resumo do monitoramento – Ponto 19 512

Tabela 7-21 Resumo do monitoramento – Ponto 20 514

Tabela 7-22 Resumo do monitoramento – Ponto 21 516

Tabela 7-23 Resumo do monitoramento – Ponto 22 518

Tabela 7-24 Resumo do monitoramento – Ponto 23 520

Tabela 7-25 Resumo do monitoramento – Ponto 24 522

Tabela 7-26 Resumo do monitoramento – Ponto 25 524

Tabela 7-27 Resumo do monitoramento – Ponto 26 526

Tabela 7-28 Resumo do monitoramento – Ponto 27 528

Tabela 7-29 Resumo do monitoramento – Ponto 28 530

Tabela 7-30 Resumo do monitoramento – Ponto 29 532

Tabela 8-1 - Registros de vazamentos através de Ordens de Serviço no município de Bebedouro 553

Tabela 8-2 - Vazamentos segmentados por setores de abastecimento no município de Bebedouro, em ordem de maiores índices de vazamentos. 553

Tabela 8-3. Orçamento estimativo para aquisição dos equipamentos 581

Tabela 9-1 - Pontos de ação para o controle de perdas 598

Tabela 9-2. Planilha para controle diário de distribuição 610

Tabela 9-3. Formas de medição de vazão x erro considerado 614

Tabela 9-4. Imprecisões dos medidores e erros de manipulação de dados parque de hidrômetros de Bebedouro 615

Tabela 10-1. Segmentação do consumo micromedido segundo categoria de consumo 622

Tabela 10-2. Estratificação das ligações por categoria e faixa de consumo 622

Tabela 10-3. Percentual de ligações por faixa de consumo 623

Tabela 10-4. Idade dos medidores do município de Bebedouro 623

Tabela 10-5. Ligações com medidores superdimensionados 625

Tabela 10-6. Medidores a serem substituídos 638

Tabela 10-7. Medidores a serem substituídos, com idade superior a 5 anos..... 641

Tabela 10-8. Orçamento unitário para substituição de hidrômetro 644

Tabela 10-9. Cronograma de investimentos 645

Tabela 11-1. Registros de vazamentos no município de Bebedouro..... 648

Tabela 11-2. Registros de vazamentos no município de Bebedouro..... 649

Tabela 11-3. Relação dos comprimentos e material das redes em função dos diâmetros do Sistema de Abastecimento de Água 649

Tabela 11-4. Extensões de rede em ferro fundido, cimento amianto e aço a serem substituídas 650

Tabela 11-5. Logradouro que possui rede em Aço de 25mm que necessitam de substituição por PVC-PBA..... 651

Tabela 11-6. Logradouro que possui rede em CA de 50mm que necessitam de substituição por PVC-PBA..... 652

Tabela 11-7. Logradouros que possuem redes em FF de 65mm que necessitam de substituição por PVC PBA 653

Tabela 11-8. Logradouros que possuem redes em FF de 75mm que necessitam de substituição por PVC PBA 656

Tabela 11-9. Logradouros que possuem redes em Aço de 75mm que necessitam de substituição por PVC PBA 658

Tabela 11-10. Logradouros que possuem redes em CA de 100mm que necessitam de substituição por DEFF..... 658

Tabela 11-11. Logradouros que possuem redes em Aço de 125mm que necessitam de substituição por DEFF..... 659

Tabela 11-12. Resumo de investimentos necessários para a substituição de redes.... 663

Tabela 12-1. Segmentação do consumo micromedido segundo categoria de consumo 664

Tabela 12-2. Quantitativo de ligações por categoria e faixas de consumo 665

Tabela 12-3. Quadro tarifário - Decreto n°15.901 665

Tabela 12-4. Quadro tarifário DAEE Araraquara 668

Tabela 12-5. Quadro tarifário aplicado pela SABESP em São Paulo/SP 669

Tabela 12-6. Quadro tarifário Adotado pela SABESP em Lins/SP 669

Tabela 12-7. Valores faturados por faixa tarifária 670

Tabela 12-8. Análise da relação de medição e faturamento 671

Tabela 12-9. Ligações com faturamento superior a 10 m³ em relação ao volume micromedido 671

Tabela 12-10. Ligações com volume faturado inferior a 10 m³ em relação ao volume micromedido 673

Tabela 12-11. Comparativo entre faturamento do volume medido e do volume faturado 673

Tabela 12-12. Estimativa de perdas financeiras por faixa de tarifa 676

Tabela 12-13. Estimativa do impacto no faturamento com crescimento da perda aparente 677

Tabela 12-14. Resumo da quantidade de vazamentos localizados 678

Tabela 12-15. Estimativa de perdas financeiras dentro das perdas reais 678

Tabela 12-16. Estimativa de custos com crescimento das perdas reais 679

Tabela 12-17. Resumo dos investimentos previstos 682

Tabela 13-1. Resumo das ações para atendimento das metas 684

Tabela 13-2. Resumo de investimento por setor 685

Tabela 13-3. Resumo de extensão e custo para substituição de redes 688

Tabela 13-4. Investimentos Cenário 1 692

Tabela 13-5. Retorno Cenário 1 692

Tabela 13-6. Investimentos Cenário 2 694

Tabela 13-7. Retorno Cenário 2 694

Tabela 13-8. Investimentos Cenário 3 695

Tabela 13-9. Retorno Cenário 3 696

Tabela 13-10. Resumo dos cenários propostos 698

1. PLANO DE TRABALHO

O Plano de trabalho, tem como objetivo apresentar as diretrizes gerais para o desenvolvimento dos estudos e atualização do cronograma de entrega dos produtos. Será apresentado um breve descritivo de todas as ações a serem desenvolvidas no município de Bebedouro/SP.

Serão abordados conceitos, metodologias e cronograma para a execução das atividades, além disso, será elaborado um material didático, contemplando todos os conceitos para o acompanhamento e controle dos indicadores dos índices para a redução das perdas, bem como informações para conscientizar as diversas unidades das entidades responsáveis pelo serviço de saneamento do município sobre a importância de reduzir os desperdícios com a água.

1.1 REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO DAS REDES DE ADUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO

Será revisado e atualizado o cadastro técnico das redes de adução e distribuição de água do município de Bebedouro. Para a execução desta atividade, será utilizado o cadastro existente fornecido pelo SAAEB, elaborado no plano vigente. Inicialmente serão corrigidas todas as inconsistências do cadastro, como erros de arruamento, redes descontinuadas, localização de unidades, entre outros. Em seguida, com o auxílio de colaboradores do SAAEB, serão confrontadas as informações contidas no cadastro com a realidade, levando em consideração obras e manutenções realizadas no período entre a elaboração do cadastro e a presente revisão/atualização. Visitas serão realizadas para confirmação de informações.

Todo o mapeamento de rede de distribuição do município será disponibilizado em plantas, a digitalização das redes de distribuição em escala de 1:2.500 a 1:3.000, com arruamento e curvas de nível em software CAD, contendo as unidades operacionais do sistema de abastecimento, tais como: captação, adutoras de água bruta e tratada, poços artesianos, estações elevatórias, reservatórios e rede de distribuição.

1.2 DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO

Nesta etapa serão realizadas medições de vazão e pressão por processo pitométrico em todos os conjuntos de unidades operacionais do sistema de abastecimento levando em conta as principais vazões, volumes e pressões. Para isso será elaborado um esquema hidráulico de acordo com a metodologia adotada pela contratada para realizar as medições necessárias.

Assim, está sendo previsto a realização de no mínimo 35 pontos de pitometria em lugares distintos no município.

Como o presente trabalho trata-se de uma revisão do Plano Diretor existente, já foram implantadas as estações pitométricas necessárias para a realização das medições, porém, os

TAP's são equipamentos que se não forem utilizados com frequência, deterioram com o passar do tempo, não sendo possível sua utilização. Portanto, durante a verificação de viabilidade dos pontos de monitoramento será realizada a avaliação das condições das estações pitométricas existentes, verificando se as mesmas estão em condições apropriadas para a realização das medições. Caso seja identificado alguma que não esteja em condições apropriadas, a medição será realizada através de um medidor de vazão ultrassônico, do tipo Clamp-On.

O medidor de vazão ultrassônico, através da transmissão de um sinal, consegue mensurar a velocidade de um fluido dentro do conduto fechado. Com essa medição, é possível calcular a vazão do sistema de transmissão desse fluido, inclusive entradas e saídas. O medidor de vazão ultrassônico realiza a aferição de forma não intrusiva, sendo acoplado do lado externo das tubulações, através de um par de transdutores que funcionam como transmissor e receptor ultrassônicos.

1.3 DIAGNÓSTICO E ESTUDOS PARA READEQUAÇÃO E MELHORIA DAS UNIDADES OPERACIONAIS

Concomitante com a realização das atividades detalhadas nos itens 1.1 e 1.2 será avaliada a situação operacional das unidades do sistema de abastecimento para sejam propostas melhorias, adequações, ampliações, instalação de telemetria, automação e controle, monitoramento e substituições de equipamentos, caso necessário.

Para a execução desta atividade será realizada a coleta de dados físicos das unidades operacionais: captações, estações de tratamento de água, adutoras, reservatórios, estações elevatórias, poços tubulares profundos e será elaborado um relatório fotográfico contemplando todas as informações coletadas.

Desta forma, com as visitas técnicas e os dados produzidos nas atividades anteriores, será elaborado o diagnóstico da situação operacional do sistema com sugestões e recomendações para adequação e melhoria das unidades operacionais.

1.4 REVISÃO/ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE SETORIZAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Para esta atividade será necessário a utilização da base cadastral digital, curvas de nível e posição geográfica dos reservatórios existentes elaboradas nas atividades iniciais para que possam ser realizados os estudos de setorização para a rede de distribuição em zonas de pressão que deverão ficar dentro das faixas de pressões dinâmicas e estáticas admissíveis conforme normas da ABNT.

Para isso, será elaborado croqui de localização, com dimensionamento, especificação e orçamento de todos os macromedidores e válvulas redutoras de pressão (VRP's) necessárias para o sistema.

Para os estudos de setorização, assim como os demais, serão necessários alguns procedimentos em sequência, como: determinação e planejamento dos setores de abastecimento de água com base no cadastro técnico, nas cotas altimétricas e na utilização dos parâmetros de vazão e pressão já determinados; delimitação dos setores determinados com suas respectivas zonas de pressão nas redes de distribuição, em plantas cadastrais; compatibilização dos setores de abastecimento com os setores comerciais, para comparação dos volumes produzidos e micromedidos; adequação dos setores delimitados, com as pressões admissíveis nas redes de distribuição, e indicação dos serviços necessários à implantação definitiva da setorização tais como: implantação de redes de reforço, reservatórios, registros, válvulas, entre outros; e por fim, a elaboração de lista de materiais, planilha de orçamento e cronograma físico-financeiro das obras e serviços necessários para a setorização do sistema de distribuição. Salienta-se que esta atividade terá como base a setorização apresentada no Plano Diretor vigente.

1.5 IMPLANTAÇÃO E/OU MELHORIA DA MACROMEDIÇÃO

A fim de contemplar toda a macromedição do município, serão analisados os resultados obtidos através da setorização, medições de vazão e pressão e, a partir desses dados serão calculadas e apresentadas as faixas de velocidades mínimas e máximas, bem como a média, para o dimensionamento correto dos macromedidores de vazão. Com base nestas informações será elaborado um projeto detalhando todos os pontos onde serão instalados os macromedidores, buscando a instalação em pontos estratégicos, como em captações de água bruta, entradas e saídas das estações de tratamento de água, entrada de reservatórios, saídas de elevatórias, entradas dos setores de distribuição de água tratada e ainda subsetores originados dentro dos próprios setores, formando um distrito de medição e controle, denominados DMC.

Neste projeto de macromedição de vazão será detalhada a especificação técnica do macromedidor, o desenho do detalhe onde será instalado, bem como desenho da caixa de alvenaria a ser construída para a sua proteção. A especificação técnica de todas as peças hidráulicas necessárias para a sua instalação e por fim o orçamento para a implantação dos macromedidores.

A instalação dos macromedidores de vazão nos locais indicados será base para um controle mais refinado sobre os volumes setoriais de abastecimento fornecendo informações sobre as vazões que por sua vez formarão o histórico da operação e que servirá de base para decisões estratégicas futuras de ampliação e manutenção do sistema de abastecimento.

O Projeto de Macromedição é composto desta forma por: elaboração do croqui de localização, com dimensionamento, especificações e orçamentos dos macromedidores necessários para quantificação dos volumes captados, produzidos e distribuídos; projetos para instalação dos macromedidores, caixas, conexões e acessórios; especificação dos sensores de nível para monitoramento dos volumes dos reservatórios; programação das atividades para a instalação dos macromedidores no sistema; elaboração de planilha de orçamento e cronograma físico-financeiro para aquisição e instalação gradual e sucessiva dos macromedidores e sensores de nível.

1.6 GERENCIAMENTO DE PRESSÕES

A etapa de gerenciamento das pressões na rede de distribuição é importante para comparar o comportamento esperado das pressões na rede com o perfil de variação de pressão de cada setor realmente medido, sendo esperados valores mais altos no período da madrugada (baixo consumo) e valores mais baixos no período de maior consumo. Esta análise será realizada com base nas diferenças de cotas dos reservatórios e dos pontos de cotas geométrica máxima e mínima da rede de distribuição, além do monitoramento nos locais escolhidos para a realização de um mapeamento de pressões no projeto de setorização a ser elaborado.

O Monitoramento de pressão será realizado em cada ponto por um período mínimo de 07 (sete) dias consecutivos, fornecendo um banco de dados estatístico da variação da pressão ao longo do tempo e serão utilizados equipamentos para medição de pressão com *"loggers"* para o armazenamento de dados. Os loggers de pressão serão instalados junto às torneiras dos cavaletes das residências, permanecendo registrando informações por um período mínimo de sete (07) dias consecutivos.

Serão realizadas no mínimo (02) duas medições de pressão (Zona Alta e Zona Baixa) em cada setor.

Com base nas medições de pressão obtidas será executado o mapeamento das pressões máximas e mínimas de todos os setores de distribuição elaborados. Será realizada uma correlação entre as pressões e as perdas físicas, para definir áreas passíveis de instalação de válvulas redutoras de pressão e/ou "boosters" com inversores de frequência onde houver necessidade.

A sequência de atividades nesta etapa de gerenciamento das pressões é primeiramente o estudo das pressões no sistema de abastecimento de água com base na definição prévia dos pontos e dos dados de monitoramento nos pontos escolhidos, a definição dos pontos para instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP's) caso haja necessidade e a especificação destas VRP's a serem instaladas em cada ponto seguida da respectiva planilha de orçamento e cronograma físico-financeiro para aquisição e instalação das VRP's.

1.7 PROGRAMAÇÃO DOS SERVIÇOS DE PESQUISA DE VAZAMENTOS

A identificação de vazamentos não visíveis é de grande importância na redução das perdas no sistema de abastecimento uma vez que em locais que não há a manutenção adequada das instalações pode haver grandes perdas de água, que podem ser corrigidas com um investimento relativamente pequeno tendo em vista os benefícios advindos da redução das perdas.

Para o desenvolvimento dessa atividade, serão necessários alguns equipamentos para detecção de vazamentos não visíveis tais como geofone eletrônico, haste de escuta, correlacionador de ruídos, entre outros.

1.8 DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE PERDAS

Os indicadores de perdas de água são organizados principalmente em três categorias: básicos, intermediários e avançados. São básicos os indicadores percentuais de água não contabilizada e água não faturada, reconhecendo-se – nesse nível – a limitação relativa à impossibilidade de apuração em separado das perdas físicas. No nível intermediário essa separação é exigida e a partir dela se constroem indicadores de desempenho hídrico do sistema abrangendo todos os subsistemas, e indicadores específicos de perda física relacionada a condições operacionais. No nível avançado são incluídos os indicadores e fatores de ponderação

relativos à pressão na rede, reconhecendo-se ser falha a comparação entre serviços que não pondere as diferenças referentes à pressão.

Desta forma, serão executadas as seguintes atividades para a determinação dos indicadores das perdas: determinação dos índices de perdas setoriais, identificados os setores de abastecimento; determinação do índice de perdas global do sistema de abastecimento; determinação de indicadores de desempenho básicos, intermediários e avançados; determinação da vazão mínima noturna, perdas físicas e perdas aparentes; especificação, quantificação, descrição da metodologia de cálculo e da forma de apresentação periódica dos indicadores de perdas setoriais e globais do sistema de abastecimento de água, incluindo treinamento do pessoal quanto à sistemática de trabalho; e por fim serão estabelecidos os procedimentos para gerenciamento das perdas físicas como o controle de pressão, controle ativo de vazamentos, velocidade e qualidade dos reparos, e gerenciamento da infraestrutura; utilização de indicadores de perdas hídricas no sistema de abastecimento.

1.9 DIAGNÓSTICO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS (MICROMEDIÇÃO) E ESTUDOS PARA MELHORIA DA GESTÃO DE MICROMEDIÇÃO

Esta atividade será realizada visando à proposição de melhorias e substituição de hidrômetros, adoção de novos modelos padrão de instalação de cavaletes e abrigo dos medidores, com melhor acesso para os leituristas. A atividade consistirá em um diagnóstico com os procedimentos para que a micromedição venha a reduzir sua parcela de perdas de água através da redução e eliminação dos erros de medição e com isso resultar num desempenho relevante e eficiente para que as entidades responsáveis pelo serviço de saneamento de cada município venham a atingir as metas do Plano de Combate às Perdas de Água nos municípios envolvidos.

Será levantado pela empresa Novaes Engenharia a relação de endereços e ano de instalação dos hidrômetros gerando assim o diagnóstico do parque de hidrômetros do sistema de abastecimento dos municípios de modo ter a base para realizar um estudo que prevê a substituição adequada dos micromedidores.

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), os hidrômetros precisam ser aferidos em no máximo cinco anos de uso, pois estes perdem sua precisão devido ao desgaste do rolamento do equipamento, comprometendo a leitura. Ressalta-se ainda que o volume medido passe a ser inferior ao real, ocasionando prejuízo financeiro para o sistema de abastecimento. No entanto, para residências que possuam pouco

consumo de água, a troca dos hidrômetros não apresenta uma relação custo-benefício interessante. Para realizar o trabalho de acordo com os recursos disponíveis, a Novaes Engenharia realizará um estudo dos hidrômetros que estão instalados há mais tempo, associado àqueles que possuem alto consumo de água, priorizando a substituição dos mesmos.

Além disso, irá se realizar um diagnóstico completo identificando medidores quebrados, parados, embaçados e aqueles com vida útil acima de 10 anos. Na sequência será feita uma análise criteriosa entre a rota de leitura e a compatibilização com as zonas setorizadas da rede de distribuição, objetivando procedimento sistemático de análise do índice de perdas por setor.

Serão também levantados os medidores dos grandes consumidores para o seu devido redimensionamento, e realizado um estudo de novas tecnologias aplicadas à medição de vazão.

O diagnóstico do parque de hidrômetros seguirá as seguintes atividades:

- Inspeção e pesquisa para averiguação dos hidrômetros instalados nas ligações;
- Diagnóstico do parque de hidrômetros e descrição das ações de melhorias;
- Elaboração de relação de hidrômetros com anomalias do tipo: mal dimensionado, quebrado, parado, embaçado, fraudado e possíveis ligações clandestinas;
- Elaboração de relação de hidrômetros antigos (mais de 5 anos) a serem aferidos e/ou trocados, e indicação de orçamento e cronograma para aferição/troca dos mesmos;
- Estudos para melhoria da gestão da micromedição: dimensionamento/troca, correção de hidrômetros inclinados, análise de consumos baixos, instalação de lacres e caixas de proteção padrão, dentre outras;
- Elaboração de plano de manutenção preventiva do parque de hidrômetros;
- Elaboração de algoritmos para gerenciar e otimizar as informações da micromedição.
- Elaboração de aquisição de informações sistemáticas que permitam o gerenciamento da micromedição (através de banco de dados) a fim de manter sob controle seus índices e que permitam, ao confrontar com as informações da macromedição, a obtenção de índices seguros de perdas no sistema, contemplando as seguintes atividades:
    - Estruturação de gerenciamento do sistema de medição de vazão;
    - Redimensionamento de medidores em grandes consumidores;
    - Estudos de novas tecnologias aplicadas à medição de vazão;
    - Identificação e readequação das categorias de consumidores;
    - Identificação dos percentuais de adequação dos hidrômetros, otimizando o faturamento, coletando informações e consequentemente reduzindo as perdas não faturadas;
    - Adequação dos hidrômetros às suas respectivas faixas de trabalho;
    - Procedimentos para gerenciamento da micromedição e treinamento dos funcionários dos departamentos envolvidos, na sistemática de trabalho.

1.10 DIAGNÓSTICO DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES

Concomitantemente com algumas outras atividades, serão coletadas informações referentes ao estado atual das tubulações, de forma a possibilitar a identificação de ocorrências de vazamentos nas redes de distribuição de água. Esta atividade ainda subsidiará outras como na determinação do Projeto de Pesquisas de Vazamentos e no item que indicará a necessidade de substituição de algumas redes, caso necessário.

Desta forma, as atividades a serem realizadas incluem a coleta de dados e registros dos vazamentos ocorridos nas redes de distribuição nos últimos 12 meses; o mapeamento dos vazamentos em planta cadastral da rede de distribuição; a análise das ocorrências, considerando o tipo de material, idade, tipo de vazamento (rede ou ramal), e pressões; a programação de atividades e obras (limpeza ou troca de redes) para melhoria do estado das tubulações; a análise das ligações (ramais e cavaletes) e sugestões para melhoria; e por fim, a elaboração de planilha de orçamento e cronograma físico-financeiro para implantação das ações de melhoria.

1.11 PERDAS FINANCEIRAS E INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS

Será realizada a análise de toda a gestão financeira do sistema de abastecimento do município, que incluirá a caracterização e diagnósticos (levantamento de informações sobre o sistema de forma a constituir um histórico e evolução dos principais elementos tais como: tipos de consumidores, valores cobrados etc.), o cadastro de usuários (levantamento de todos os tipos de usuários: residenciais, comerciais, industriais, públicos e não medidos, com proposição de soluções para melhor organizar e definir cada segmento), a estrutura tarifária (levantamento de informações e proposição de novas formas de estruturação tarifária para melhor atender as características dos clientes e comparações com outros sistemas públicos e privados), o sistema de faturamento que analisará a leitura, emissão de contas, recebimento, inadimplências, entre outros, realizara-se também a análise dos consumidores especiais incluindo até mesmo propostas para políticas diferenciadas para estes consumidores. Além disso, será analisado todo o sistema de atendimento aos consumidores como, por exemplo, a central de atendimento ao cliente, chamadas de urgências e pesquisas sobre a satisfação dos clientes. Juntamente com a análise atual do sistema serão propostas metas a serem atingidas como reduzir 15% (quinze por cento) no índice de perdas financeiras.

Por fim serão detalhados todos os investimentos necessários como os recursos financeiros para atendimento das atividades, obras e serviços necessários para atendimento às metas propostas para Perdas Físicas, os recursos financeiros para atendimento das atividades,

obras e serviços necessários para atendimento às metas propostas para Perdas Financeiras e recursos financeiros para outras atividades.

1.12 ANÁLISE DE ALTERNATIVAS E RETORNO DE INVESTIMENTOS

Serão elaboradas três (03) alternativas com diversas situações possíveis para atendimento aos parâmetros a seguir, em 10 anos, 15 anos e em 20 anos:

- Atendimento a meta de 25% de Perdas Totais;
- Atendimento a meta de 10% de Perdas Físicas;
- Atendimento a meta de 15% de Perdas Financeiras;
- Atualização em 100% dos macros e micromedidores;
- Automação em 100% do sistema;
- Controle de pressão em 100% da rede;
- Previsão/necessidade de troca de redes e adutoras;
- Cadastro técnico real (compatível ao geoprocessamento);
- Rede de distribuição 100% setorizada;
- Construção de reservatórios.

Além disso, será realizado um comparativo dos investimentos realizados com a recuperação das receitas, além da redução de despesas, contemplando os prazos de amortização dos investimentos para as alternativas propostas.

1.13 REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE COMBATE ÀS PERDAS

Por fim, todas as atividades supracitadas serão compiladas em um relatório final que consistirá na Revisão do Plano Diretor de Combate às Perdas do município de Bebedouro.

Este relatório contemplará todas as etapas desenvolvidas durante o processo e indicadas no presente Plano de Trabalho. A empresa Novaes Engenharia apresentará o Relatório Final de forma consolidada e sucinta. Exercendo rigoroso controle de qualidade sobre as informações apresentadas, tanto nos dados como no texto. O referido controle será orientado para clareza, objetividade, consistência das informações e justificativa de resultados. O texto será isento de erros de português e/ou digitação, a empresa entregará 02 (duas) vias impressas e 02 (duas) vias em arquivo digital.

Por fim, além dos itens descritos acima, a Revisão do Plano Diretor de Controle de Perdas de Água deverá apresentar também uma ordem de prioridade para implantação das diversas ações propostas.

1.14 CRONOGRAMA

De acordo com o Termo de Referência, o prazo para o desenvolvimento dos serviços é de até 08 (Oito) meses, e desta forma foi elaborado o cronograma para a execução das atividades conforme apresentado na Tabela 1-1. Vale ressaltar que as atividades descritas na abaixo são referentes às atividades supracitadas.

Tabela 1-1 Cronograma de execução dos serviços que compõem a Revisão do Plano Diretor de Combate as Perdas.

Atividades	Descriminação das Atividades	Período (Meses)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Plano de Trabalho								
2	Revisão / Atualização do cadastro técnico das redes de adução e distribuição de água do município								
3	Determinação de parametros de vazão e pressão								
4	Diagnóstico e estudos para readequação e melhoria das unidades operacionais								
5	Revisão / Elaboração de estudos de setorização das redes de distribuição								
6	Implantação e / ou melhoria da macromedição								
7	Gerenciamento de pressões								
8	Programação dos serviços de pesquisa de vazamento								
9	Determinação dos indicadores de perdas								
10	Diagnóstico do parque de hidrometros (micromedição) e estudos para melhoria da gestão de micromedição								
11	Diagnóstico do estados das tubulações								
12	Perdas financeiras e investimentos necessários								
13	Análise de alternativas e retorno de investimentos								
14	Revisão do Plano Diretor de combate as perdas								

2. REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO

2.1 INFORMAÇÕES INICIAIS

O Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Bebedouro – SAAEB AMBIENTAL possui um Plano Diretor de Perdas de Água do município elaborado no ano de 2018, e desde então diversas modificações em seu sistema de adução e distribuição de água foram implementadas, como a perfuração de novos poços e implantação de novos reservatórios e empreendimentos.

Por esse motivo é de fundamental importância a atualização da base cadastral, a qual irá possibilitar o melhor desenvolvimento dos trabalhos de revisão e atualização do Plano Diretor de Perdas de Água, como também se destinará como principal elemento de consulta para as equipes de manutenção e conservação do sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro.

2.2 ATUALIZAÇÃO DA BASE CADASTRAL EXISTENTE

Utilizando-se da base cadastral atualmente existente, foi realizada uma análise dos principais objetos do mapa, verificando a ausência de novos elementos do sistema de abastecimento e a presença de alguns novos bairros implantados ao longo dos anos.

Devido ao fato de o SAAEB possuir um levantamento topográfico recente da sede do município, optou-se por substituir a malha viária da base cadastral existente pela nova malha viária resultante desse levantamento topográfico.

Também foram inseridos na nova base cadastral os novos dados altimétricos, representados por curvas de nível com intervalos de um metro.

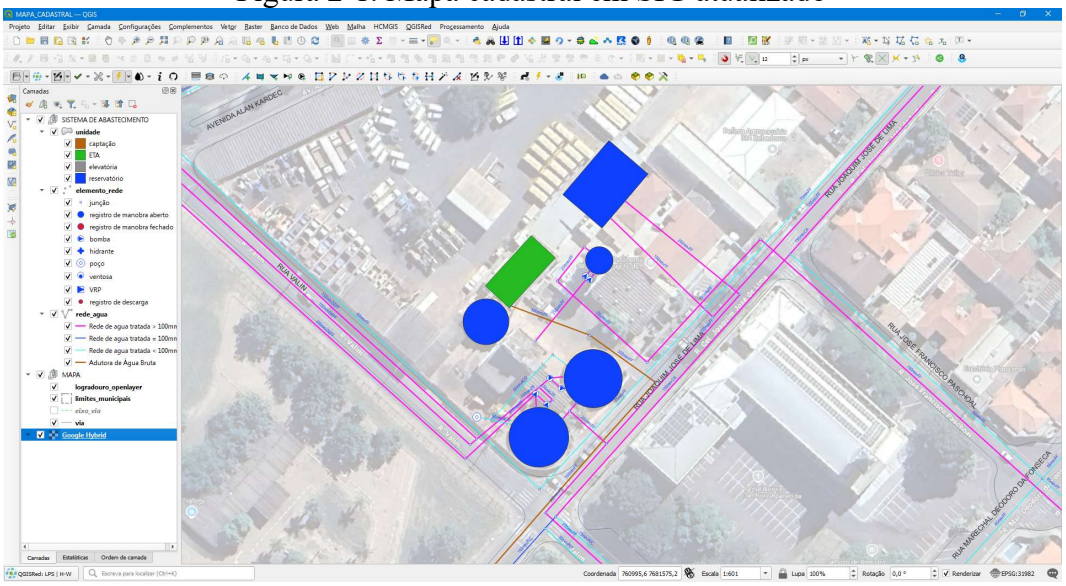
Na atualização dos dados do sistema de abastecimento de água, foram utilizadas cópias impressas do antigo mapa cadastral, nas quais foram anotadas as divergências e novos elementos existentes no sistema.

Posteriormente, essas cópias foram digitalizadas manualmente no software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGis, onde foram criadas camadas com base em arquivos shapefile, representando os diversos elementos do sistema de abastecimento de água, como reservatórios, redes, registros, etc.

A cada camada foram atribuídos atributos específicos, onde foram armazenados os dados pertinentes a cada elemento do mapa, como os diâmetros e materiais de composição para as redes, e tipo e volume de reservação dos reservatórios.

O resultado dessa etapa foi a elaboração do mapa cadastral atualizado em software SIG conforme demonstrado na Figura 2-1.

Figura 2-1. Mapa cadastral em SIG atualizado



Fonte: Novaes Engenharia.

Após toda a atualização do cadastro e utilizando ferramentas do software QGis, foi possível realizar a contabilização da extensão de redes, classificando-as quanto ao material construtivo, diâmetro e uso conforme demonstrado nas tabelas a seguir.

Tabela 2-1. Quantificação de redes do sistema de abastecimento

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	COMPRIMENTO (m)
25	GA	107,32
50	ACO	400,91
50	CA	275,81
50	GA	8.756,32
50	PVC	322.938,31
65	FF	22.938,83
75	ACO	684,69
75	FF	5.103,72
75	PVC	26.684,78

Tabela 2-1. Quantificação de redes do sistema de abastecimento

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	COMPRIMENTO (m)
100	ACO	412,79
100	CA	1.709,08
100	DEFF	497,30
100	FF	40,16
100	PVC	18.270,47
125	ACO	2.990,85
150	ACO	126,72
150	CA	8.599,80
150	DEFF	8.923,32
150	FF	2.793,41
150	PVC	13.824,15
200	CA	1.439,27
200	DEFF	1.397,44
200	FF	1.744,48
250	ACO	22,96
250	FF	44,49
300	FF	15,88
TOTAL		450.743,26

Fonte: Novaes Engenharia.

Tabela 2-2. Quantificação de redes do sistema de adução dos reservatórios

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	COMPRIMENTO (m)
100	ACO	82,55
100	PVC	2,32
150	ACO	30,12
150	DEFF	3.215,00
150	FF	3.540,55
150	PVC	1.776,06
200	DEFF	1.342,38
200	FF	148,60
250	ACO	31,02
250	DEFF	4.302,46
250	FF	249,35
TOTAL		14.720,41

Fonte: Novaes Engenharia.

Tabela 2-3. Quantificação de redes do sistema de adução de água bruta

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	COMPRIMENTO (m)
350	FF	3.468,25
TOTAL		3.468,25

Fonte: Novaes Engenharia.

Tabela 2-4. Comprimento e proporção dos materiais presentes no sistema de abastecimento

MATERIAL	COMPRIMENTO (m)	PROPORÇÃO (%)
ACO	4.782,61	1,02
CA	12.023,96	2,56
DEFF	19.677,90	4,20
FF	40.087,72	8,55
GA	8.863,64	1,89
PVC	383.496,09	81,78
TOTAL	468.931,92	100,00

Fonte: Novaes Engenharia.

2.3 ELABORAÇÃO DO MAPA CADASTRAL

Após a atualização da base cadastral no software QGis, foi realizada a exportação dos elementos do sistema de abastecimento armazenados em arquivos shapefile para arquivos dxf.

A exportação se deu por partes, selecionando as feições por suas características principais como tipo, diâmetro e material.

Dessa forma foi possível o armazenamento dessas feições em software CAD, classificando-as em camadas individuais categorizadas também por suas características principais.

Um exemplo é o armazenamento das feições de rede, em que cada camada se refere às feições de um conjunto de redes de mesmo diâmetro e material.

Além das redes, outras camadas foram criadas a fim de armazenar os demais elementos do sistema de abastecimento, como registros, descargas, junções, etc.

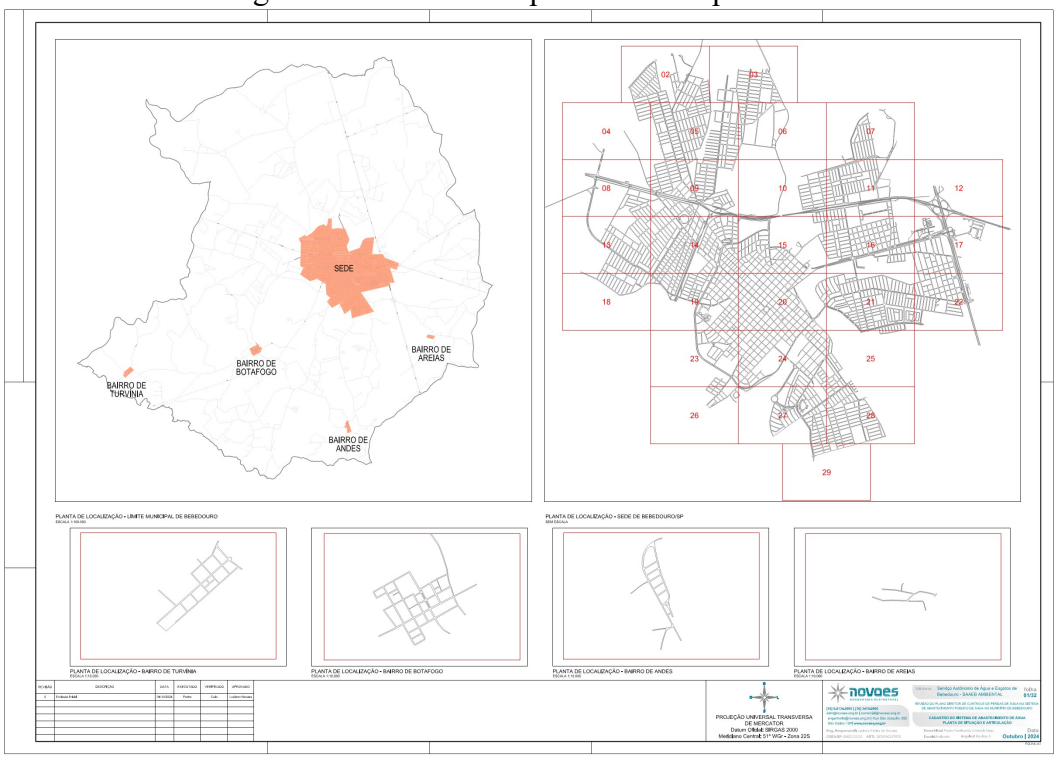
Ao mapa foi aplicada uma camada com feições retangulares as quais cobrem cada, uma porção do município na escala 1:2.000, contemplando a soma desses retângulos toda a área urbanizada do município de Bebedouro.

Para cada retângulo (ao todo 32), foi elaborada no arquivo CAD uma folha de impressão contendo a representação da porção equivalente da cidade com suas vias, redes e demais objetos do sistema de abastecimento.

E para facilitar a localização da folha de interesse quando da consulta dos objetos do sistema de abastecimento, foi elaborada também uma folha de impressão que contém a imagem todo o município com todos os quadrantes numerados facilitando a identificação e compondo dessa forma um índice de busca.

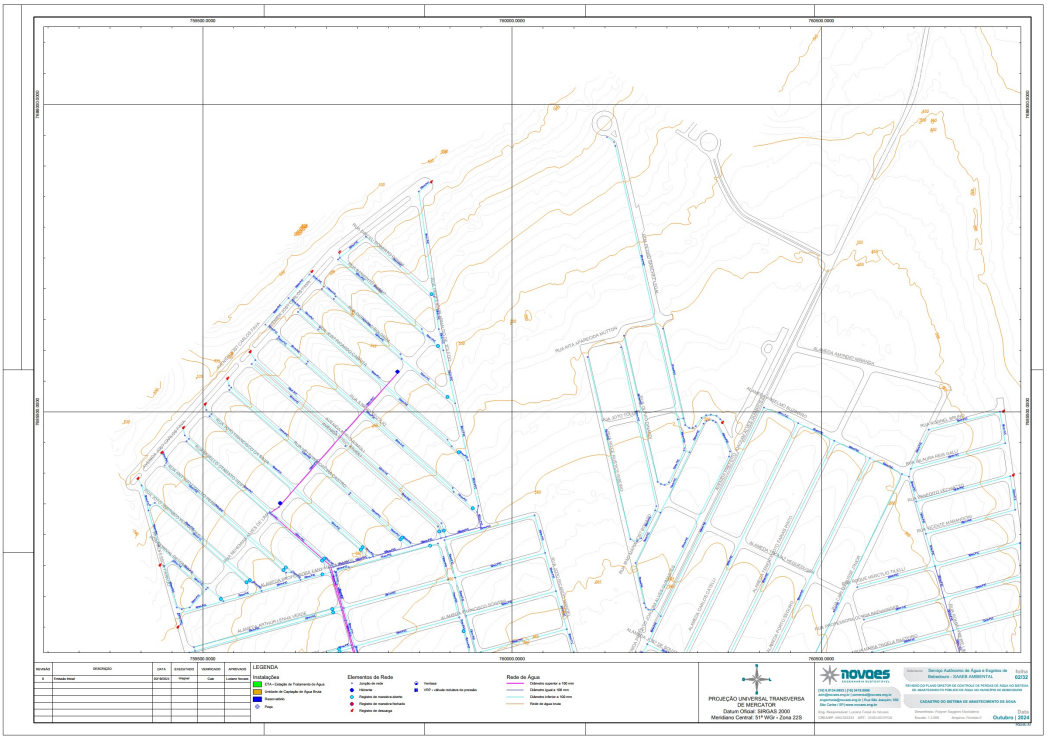
Na Figura 2-2 e Figura 2-3 a seguir podem ser verificadas a forma das folhas de impressão mencionadas.

Figura 2-2. Folha de impressão do mapa índice



Fonte: Novaes Engenharia.

Figura 2-3. Folha de impressão do mapa cadastral



Fonte: Novaes Engenharia.

3. DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO

Com o objetivo de quantificar os volumes de produção, captação e reservação, foram realizadas medições de vazão em 35 pontos do sistema de abastecimento de água do município, divididos entre poços, saídas para abastecimento e Estação de Tratamento de Água.

Vale ressaltar que era previsto realizar as medições através da pitometria, onde seria possível apresentar dados de vazão, pressão e a velocidade, porém, por falta de condições favoráveis para a medição por processo pitométrico, foi aprovado pela equipe técnica do SAAEB a realização das medições de vazão por medidor ultrassônico, do tipo Camp-On.

Para realizar medições através da pitometria é necessário seguir o seguinte padrão:

- Diâmetro da tubulação ser igual ou superior Ø100mm;
- Existência de trechos retos a montante e jusante do ponto de medição, respeitando o distanciamento de 20 vezes o diâmetro da tubulação a montante e 10 vezes a jusante. Este fato é importante para que tenha condições de fluxo laminar;
- Espaçamento interno adequada na caixa de alvenaria onde está abrigado a Estação Pitométrica, com dimensões seguras para a execução das medições, caso a tubulação seja enterrada.

Vale ressaltar que as Estações Pitométricas presentes nas unidades operacionais foram instaladas a muito tempo e apresentavam resistência no processo de abertura, colocando em risco o responsável pela medição e, consequentemente, em caso de quebra da Estação Pitométrica, resultaria em falta de abastecimento de água na região.

3.1 MONITORAMENTO ATRAVÉS DE MEDIDOR ULTRASSÔNICO

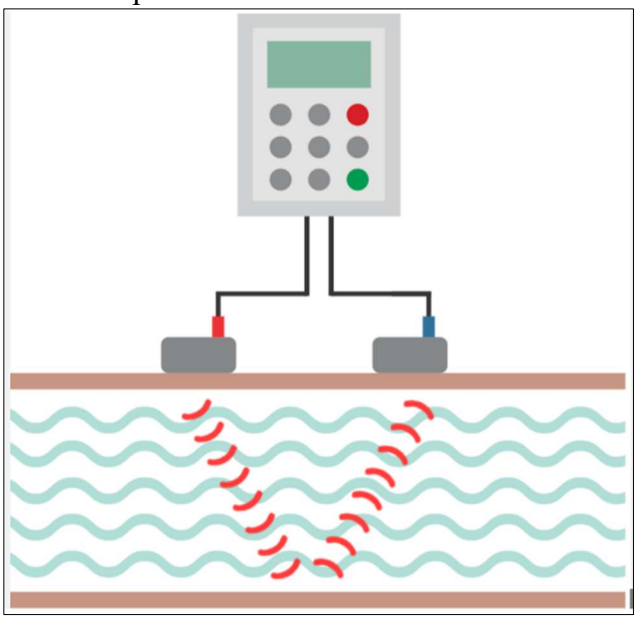
Pelas inviabilidades já apresentadas para o monitoramento por pitometria e por não ser possível realizar medições de pitometria em diâmetros inferiores a Ø100 mm, se fez necessário a utilização de um outro método de medição de vazão, através de um medidor ultrassônico do tipo clamp-on (Ultrasonic FlowMeter).

3.1.1 Equipamento – Medidor de Vazão Ultrassônico não intrusivo

O medidor ultrassônico utiliza dois transdutores montados na parede externa da tubulação que emitem e recebem pulsos de ultrassom ao longo da seção da tubulação para determinação da velocidade de escoamento do fluido.

Quando um sinal ultrassônico é transmitido ao longo da seção de uma tubulação através de um líquido fluindo, há uma diferença entre o tempo de propagação (ou trânsito) de um transdutor até o outro dependendo do sentido do fluxo uma onda ultrassônica que acompanha o mesmo sentido do fluxo aumenta sua velocidade de propagação, enquanto que, a onda ultrassônica que se propaga no sentido oposto ao do fluxo diminui a sua velocidade de propagação. Se a diferença entre os dois tempos de propagação (ou trânsito) forem medidos com precisão, é possível determinar a velocidade de escoamento deste fluxo e, por consequência, a sua vazão. A figura abaixo ilustra o funcionamento do medidor ultrassônico.

Figura 3-1. Princípio de funcionamento do medidor ultrassônico



Fonte: NOVAES, 2024

Para realização dos monitoramentos de vazão, foi utilizado um medidor do fabricante Flowmeter. O equipamento é composto pelos seguintes componentes:

- 01 display;
- 03 pares de transdutores ultrassônicos de diferentes tamanhos (Clamp-on TL-1, Clamp-on TM-1 e Clamp-on TS-2);
- 01 par de cabos conectores entre o display e os transdutores;
- 01 fonte.

Figura 3-2. Vista maleta do medidor ultrassônico.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-3. Vista interna da maleta do medidor ultrassônico.



Fonte: NOVAES, 2024

3.1.2 Metodologia de medição

Para a realização do monitoramento, inicialmente deve-se realizar os inputs do monitoramento através do display. Devem ser fornecidos ao software os seguintes valores:

- Diâmetro externo da tubulação;
- Espessura da parede da tubulação;
- Diâmetro interno da tubulação (calculado de forma automática);
- Material da tubulação;
- Material do revestimento interno da tubulação;
- Tipo de fluido que está escoando;
- Tipo do transdutor;
- Método de montagem.

Com todos os parâmetros imputados, o software fornece o distanciamento necessário entre os transdutores, e prossegue-se para a montagem do equipamento.

A superfície da tubulação onde os transdutores serão montados deve estar limpa, portanto, utiliza-se uma lixa juntamente com a lima para remover qualquer material isolante da tubulação como ferrugem ou tinta, fazendo com que o contato seja direto com a superfície do tubo.

Para a realização da medição, os transdutores são fixados na tubulação. Os transdutores são magnetizados, portanto eles aderem a superfícies metálicas como as

tubulações de ferro fundido e aço, para aquelas que não possuem essas características, utiliza-se abraçadeiras plásticas, informalmente conhecidas como “enforca gato”).

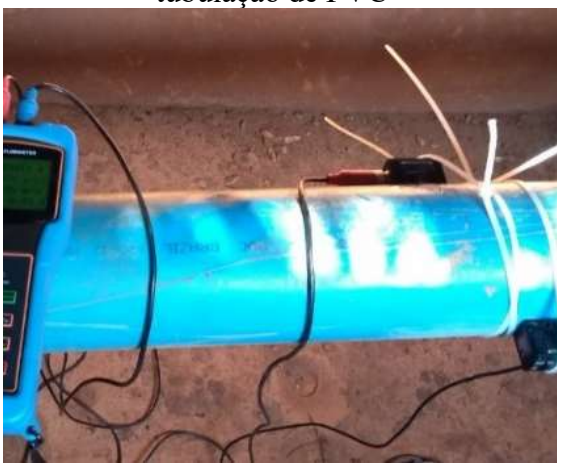
Os transdutores podem ser posicionados de diferentes maneiras de acordo com a metodologia adotada, é importante se atentar para o posicionamento adotado para informá-lo na definição dos parâmetros através do display. Para que a emissão/recepção do sinal seja eficiente, utiliza-se um gel na superfície de contato da tubulação com o transdutor.

Figura 3-4. Transdutores fixados em tubulação metálica



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-5. Transdutores fixados em tubulação de PVC



Fonte: NOVAES, 2024

Em seguida os transdutores são conectados ao display, obedecendo o sentido do fluxo (os cabos, os transdutores e as conexões no display são sinalizadas com as cores vermelha e azul para orientar a conexão correta).

Para garantir uma precisão satisfatória, deve-se optar por um ponto de monitoramento em que o escoamento do fluido seja laminar, para isso, a medição deve ser realizada em um trecho reto, com um comprimento de, no mínimo, 10 vezes o diâmetro a montante e 5 vezes o diâmetro a jusante de qualquer singularidade que interfira no comportamento do fluxo como curvas, tês, válvulas, reduções, entre outras.

Antes de dar início ao monitoramento, deve-se verificar as condições de qualidade de sinal e medição. O próprio software possui indicadores que asseguram a confiabilidade da medição, garantindo que os transdutores estão recebendo e enviando os sinais, que o fluxo é laminar e que a velocidade mínima é contemplada.

A última etapa é a configuração da função de logger. Caso a necessidade seja apenas uma verificação instantânea de vazão, essa etapa não é necessária, entretanto na maioria dos casos utiliza-se a função logger para armazenar dados durante um período. Portanto estabelece-se qual o período de monitoramento, definindo o momento de início e de fim, bem como o intervalo em que os dados serão armazenados, como por exemplo de 1 em 1 minuto, 10 em 10, etc.

Vale destacar que para realizações das medições foram definidos um intervalo de 10 em 10 segundos durante um período de 10 minutos para poços e de 20 minutos em saídas de reservatórios, saída de bombeamento e chegada de água bruta na ETA.

Após a realização do monitoramento, os dados armazenados são transferidos para o computador onde os mesmos são manipulados afim de gerar ferramentas de análise como gráficos e tabelas.

3.1.3 Dados coletados

Como citado anteriormente, para garantir um escoamento laminar, se faz necessário que sejam respeitados alguns parâmetros. No total foram realizadas 35 medições, que são apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 3-1. Resumo das unidades onde foram realizadas medições de vazão

Medição	Local	Vazão média (m^3/h)	Diâmetro e Material da Tubulação
1	Chegada Água Bruta ETA 01	381,66	Ø350 – Ferro Fundido
2	Saída Reservatório Torre ETA 01	121,94	Ø250 – Ferro fundido
3	Poço ETA 01	8,08	Ø50 – Aço
4	Saída Reservatório Enterrado (Bombeada) ETA 02 – Abastece o Tropical	74,71	Ø150 - Aço
5	Saída Reservatório Enterrado (Bombeada) ETA 02 – Abastece o Reservatório São Carlos	45,47	Ø150 - Aço
6	Saída Reservatório Enterrado (Bombeada) ETA 02 – Abastece o Centenário	202,96	Ø150 - Aço
7	Poço Novo ETA 02	45,15	Ø65 – Aço
8	Poço Velho ETA 02	18,62	Ø75 - Aço
9	Poço Profundo Pedro Paschoal	294,37	Ø250 - Aço

Tabela 3-1. Resumo das unidades onde foram realizadas medições de vazão

Medição	Local	Vazão média (m^3/h)	Diâmetro e Material da Tubulação
10	Saída Reservatório 2000m³ Pedro Paschoal	129,15	Ø250 – Ferro Fundido
11	Saída Reservatório Alto Claudia	2,24	Ø150 - Aço
12	Saída Reservatório Baixo Claudia	0,88	Ø150 – Aço
13	Saída Reservatório Alto Boa Vista	0,85	Ø150 - Aço
14	Saída Reservatório Baixo Boa Vista	1,04	Ø150 – Aço
15	Poço Boa Vista	6,62	Ø50 – Aço
16	Abastecimento do Reservatório Elevado (Bombeamento ETA 01)	101,37	Ø150 – Ferro Fundido
17	Abastecimento do Reservatório Elevado (Bombeamento Sanderson)	68,24	Ø200 – Ferro Fundido
18	Saída Reservatório Elevado	69,68	Ø150 – Ferro Fundido
19	Poço Sete Jardim	48,79	Ø100 – Aço
20	Chegada do Poço no Reservatório Sete Jardim	45,00	Ø100 – Aço
21	Saída Reservatório Sete Jardim	1,67	Ø150 - Aço
22	Saída 1 Reservatório Tropical	0,77	Ø150 – Aço
23	Saída 2 Reservatório Tropical	12,85	Ø150 – Aço
24	Saída Reservatório Rassim	9,31	Ø150 – Ferro Fundido
25	Saída Reservatório Primavera	15,84	Ø150 – Aço
26	Saída Reservatório Jardim Itália	2,37	Ø150 – Aço
27	Poço Jardim Julia	13,32	Ø75 – Aço
28	Poço Hospital Julia	30,12	Ø50 – Aço
29	Poço Elizabeth	4,15	Ø75 – Aço
30	Poço São Carlos	61,78	Ø100 - Aço
31	Saída Reservatório Botafogo	14,25	Ø100 – Aço
32	Poço Turvinea	16,56	Ø50 – Aço
33	Saída Reservatório Turvinea	5,84	Ø75 – Aço
34	Poço Andes	2,38	Ø50 – Aço
35	Saída Reservatório Andes	4,47	Ø100 - Aço

Para cada medição realizada com o ultrassônico, são apresentados o gráfico de velocidade média na seção, o gráfico de vazão, bem como a imagem da realização do monitoramento.

3.1.4 Medição 01 – Chegada na Estação de Tratamento de Água 01 (ETA 01)

- Função: Chegada de água bruta;
- Diâmetro: 350 mm
- Material: Ferro Fundido
- Data: 17/05/2024

Figura 3-6. Vista do local de medição de vazão - Chegada da água bruta na ETA 01.



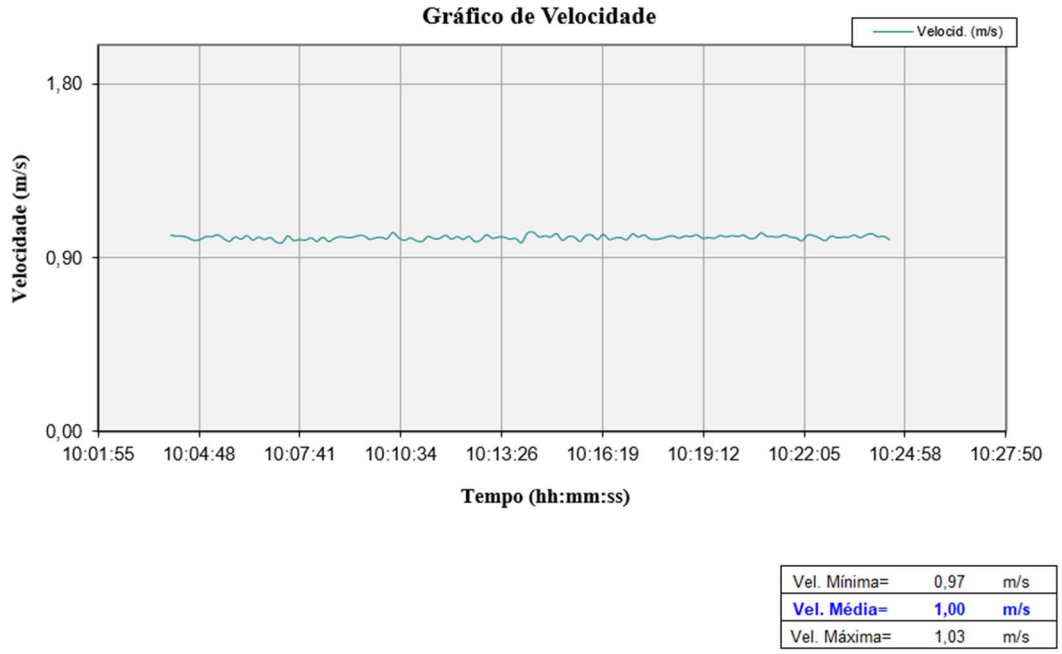
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-7. Medição de Vazão - Chegada da água bruta na ETA 01.



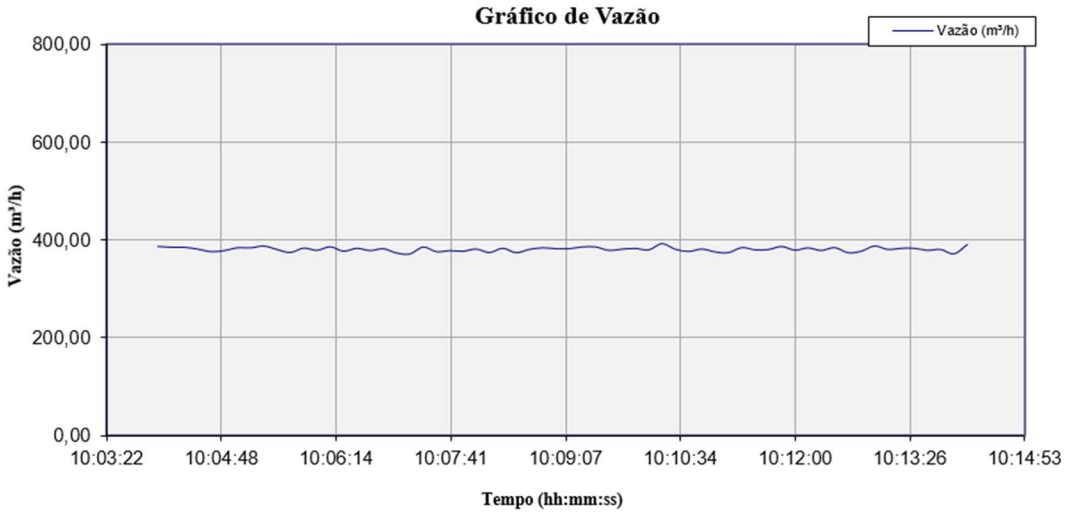
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-8. Gráfico de velocidade (Medição 01).



Vel. Mínima=	0,97	m/s
Vel. Média=	**1,00**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,03	m/s

Figura 3-9. Gráfico de vazão (Medição 01).



Vazão mín=	370,57	m³/h
Vazão méd.=	**381,66**	**m³/h**
Vazão máx=	392,44	m³/h

3.1.5 Medição 02 – Reservatório Torre ETA 01

- Função: Saída para abastecimento de bairro Jardim Paraíso e Jardim Ciranda
- Diâmetro: 250 mm
- Material: Ferro Fundido

- Data: 17/05/2024

Figura 3-10. Vista do local de medição de vazão – Saída do Reservatório Torre ETA 01.



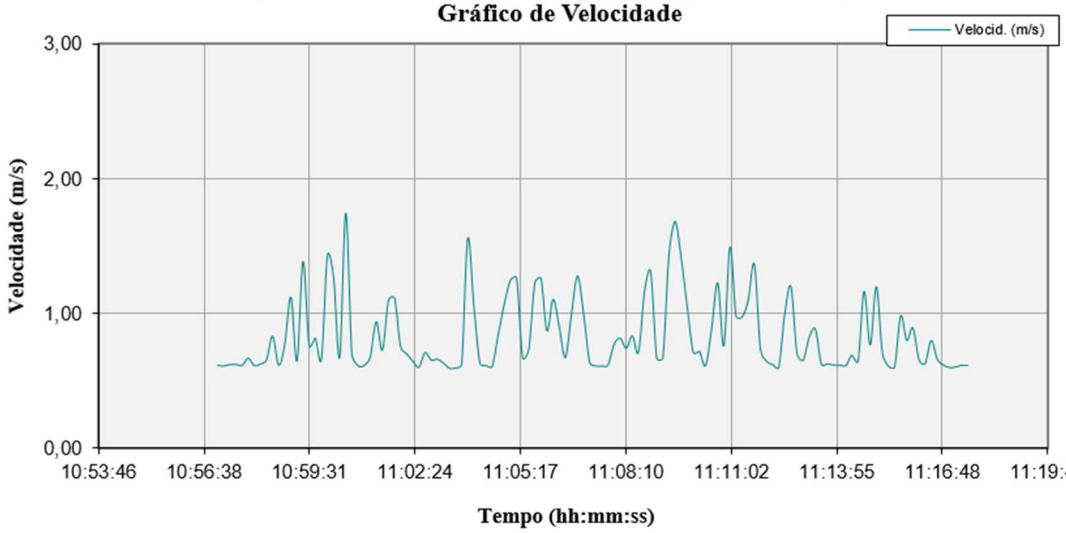
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-11. Medição de Vazão – Saída do Reservatório Torre ETA 01.



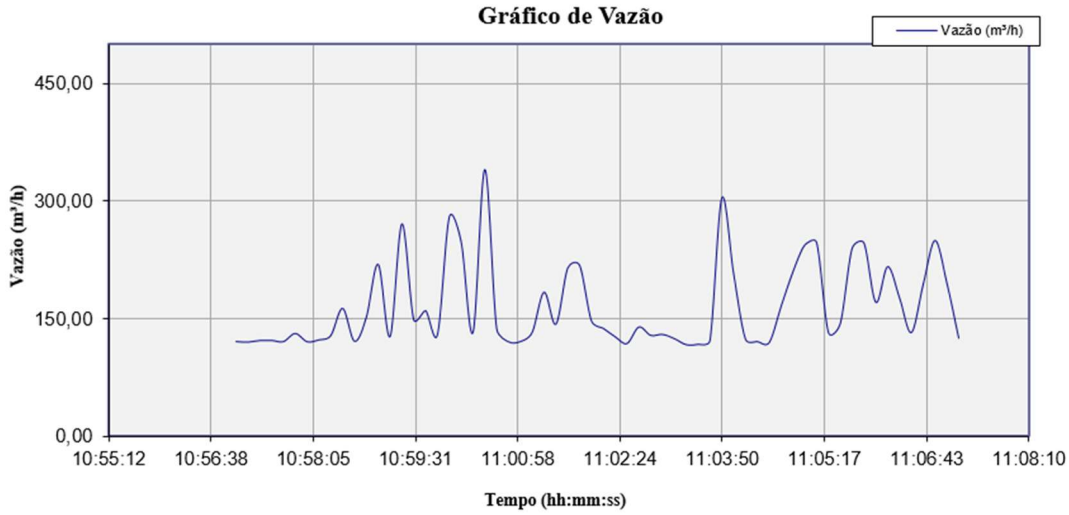
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-12. Gráfico de velocidade (Medição 02).



Vel. Mínima=	0,60	m/s
Vel. Média=	**0,62**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,74	m/s

Figura 3-13. Gráfico de vazão (Medição 02).



Vazão mín=	116,20	m³/h
Vazão méd.=	121,94	m³/h
Vazão máx=	339,64	m³/h

3.1.6 Medição 03 – Poço ETA 01

- Função: Captação de água subterrânea;
- Diâmetro: 50 mm
- Material: Aço
- Data: 17/05/2024

Figura 3-14. Vista do local de medição de vazão – Poço ETA 01.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-15. Medição de Vazão – Poço ETA 01.



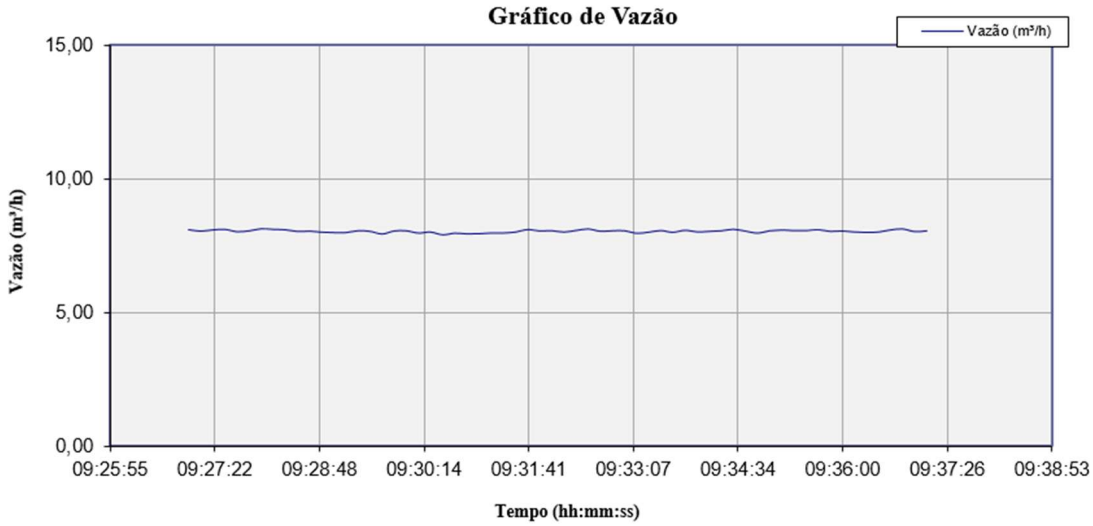
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-16. Gráfico de velocidade (Medição 03).



Vel. Mínima=	1,04	m/s
Vel. Média=	**1,07**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,08	m/s

Figura 3-17. Gráfico de vazão (Medição 03).



Vazão mín=	7,89	m³/h
Vazão méd.=	**8,08**	**m³/h**
Vazão máx=	8,13	m³/h

3.1.7 Medição 04- Saída (bombeada) Reservatório Enterrado ETA 02.

- Função: Abastecimento do bairro Tropical.
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço

- Data: 17/05/2024

Figura 3-18. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Enterrado ETA 2.



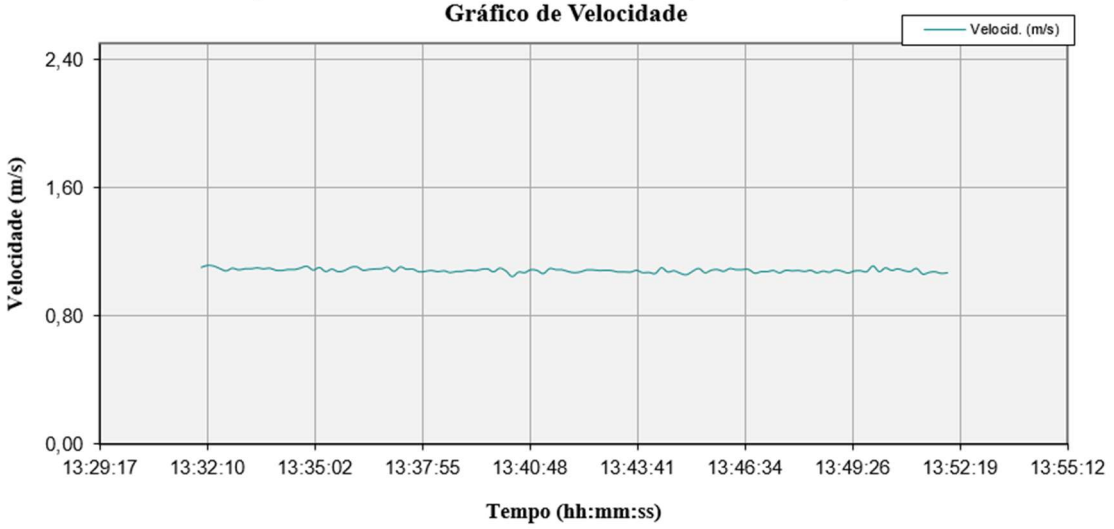
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-19. Medição de Vazão – Saída (Bombeada) Reservatório Enterrado ETA 2.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-20. Gráfico de velocidade (Medição 04).



Vel. Mínima=	1,05	m/s
Vel. Média=	**1,10**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,11	m/s

Figura 3-21. Gráfico de vazão (Medição 04).



Vazão mín=	71,25	m³/h
Vazão méd.=	74,71	m³/h
Vazão máx=	75,76	m³/h

3.1.8 Medição 05 - Saída (bombeada) Reservatório Enterrado ETA 02.

- Função: Abastecimento do Reservatório São Carlos
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço
- Data: 17/05/2024

Figura 3-22. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Enterrado ETA 02.



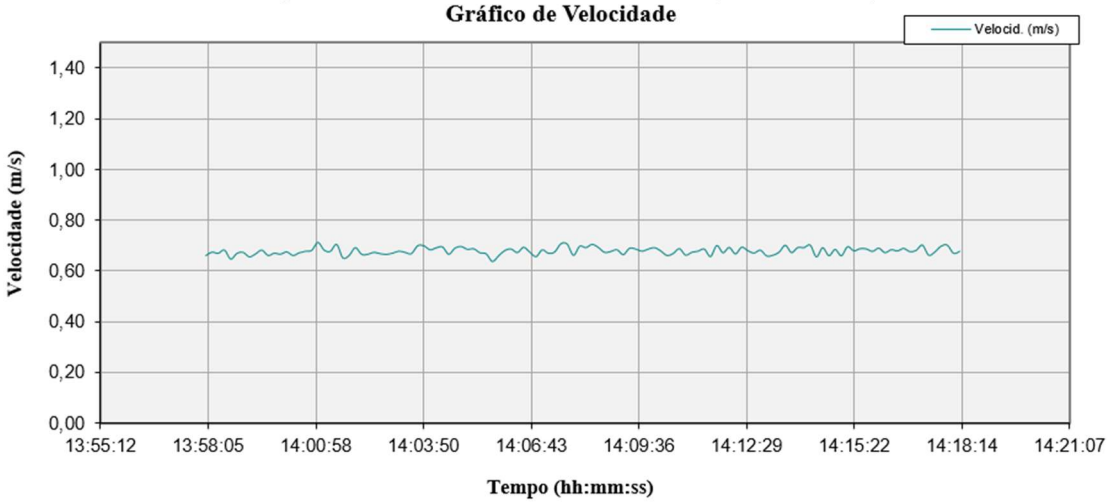
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-23. Medição de Vazão – Saída (Bombeada) Reservatório Enterrado ETA 02.



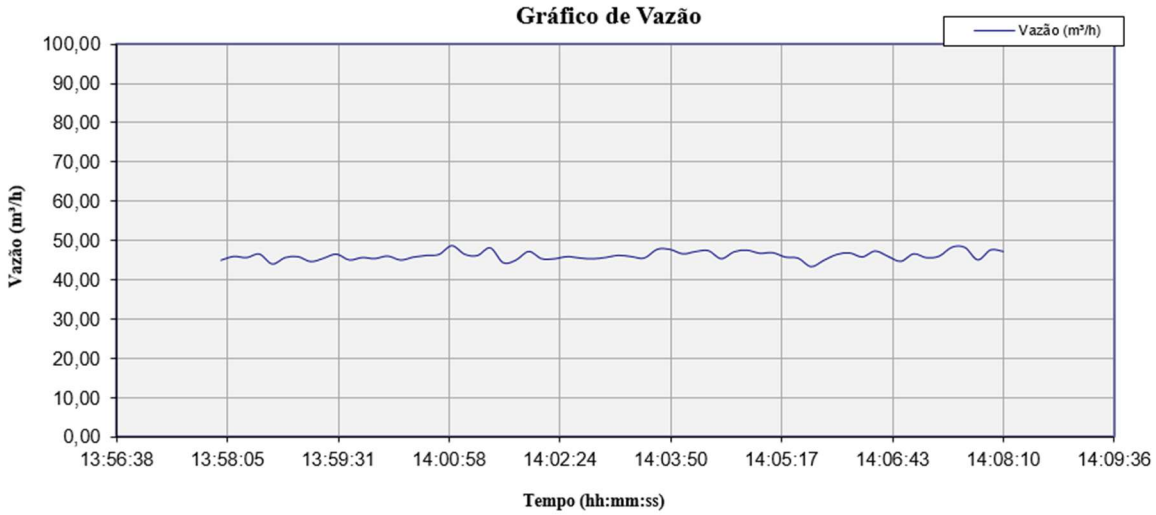
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-24. Gráfico de velocidade (Medição 05).



Vel. Mínima=	0,64	m/s
Vel. Média=	**0,67**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,71	m/s

Figura 3-25. Gráfico de vazão (Medição 05).



Vazão mín=	43,29	m³/h
Vazão méd.=	**45,47**	**m³/h**
Vazão máx=	48,66	m³/h

3.1.9 Medição 06 - Saída (bombeada) Reservatório Enterrado ETA 02.

- Função: Abastecimento do bairro Centenário
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço
- Data: 17/05/2024

Figura 3-26. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Enterrado ETA 2.



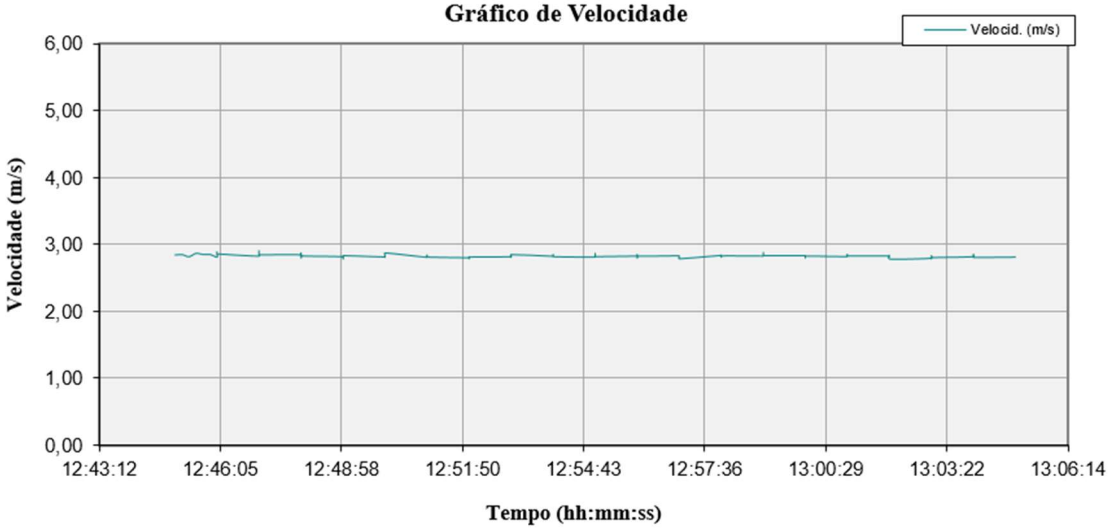
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-27. Medição de Vazão – Saída (Bombeada) Reservatório Enterrado ETA 2.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-28. Gráfico de velocidade (Medição 06).



Vel. Mínima=	2,78	m/s
Vel. Média=	**2,84**	**m/s**
Vel. Máxima=	2,91	m/s

Figura 3-29. Gráfico de vazão (Medição 06).

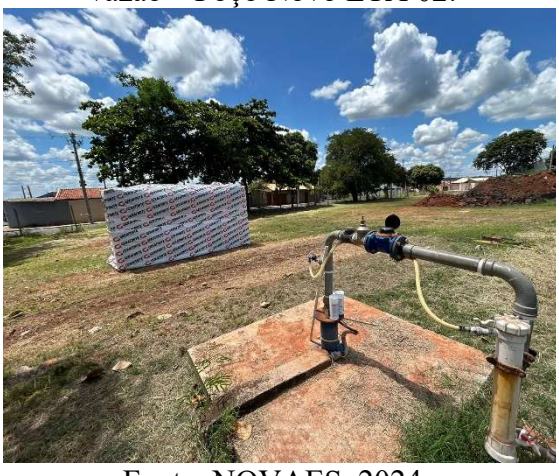


Vazão mín=	198,77	m³/h
Vazão méd.=	202,96	m³/h
Vazão máx=	207,77	m³/h

3.1.10 Medição 07 – Poço Novo ETA 02

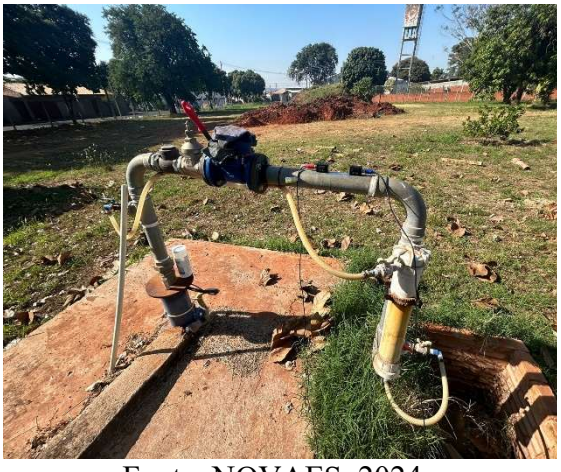
- Função: Captação de água subterrânea;
- Diâmetro: 65 mm
- Material: Aço
- Data: 20/05/2024

Figura 3-30. Vista do local de medição de vazão – Poço Novo ETA 02.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-31. Medição de Vazão – Poço Novo ETA 02.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-32. Gráfico de velocidade (Medição 07).



Vel. Mínima=	3,33	m/s
Vel. Média=	**3,36**	**m/s**
Vel. Máxima=	3,39	m/s

Figura 3-33. Gráfico de vazão (Medição 07).



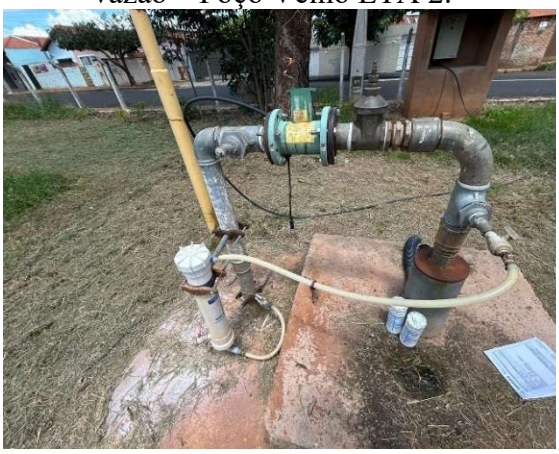
Vazão mín=	44,72	m³/h
Vazão méd.=	**45,15**	**m³/h**
Vazão máx=	45,51	m³/h

3.1.11 Medição 08 - Poço Velho ETA 02

- Função: Captação de água subterrânea;
- Diâmetro: 75 mm
- Material: Aço

- Data: 20/05/2024

Figura 3-34. Vista do local de medição de vazão – Poço Velho ETA 2.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-35. Medição de Vazão – Poço Velho ETA 2.



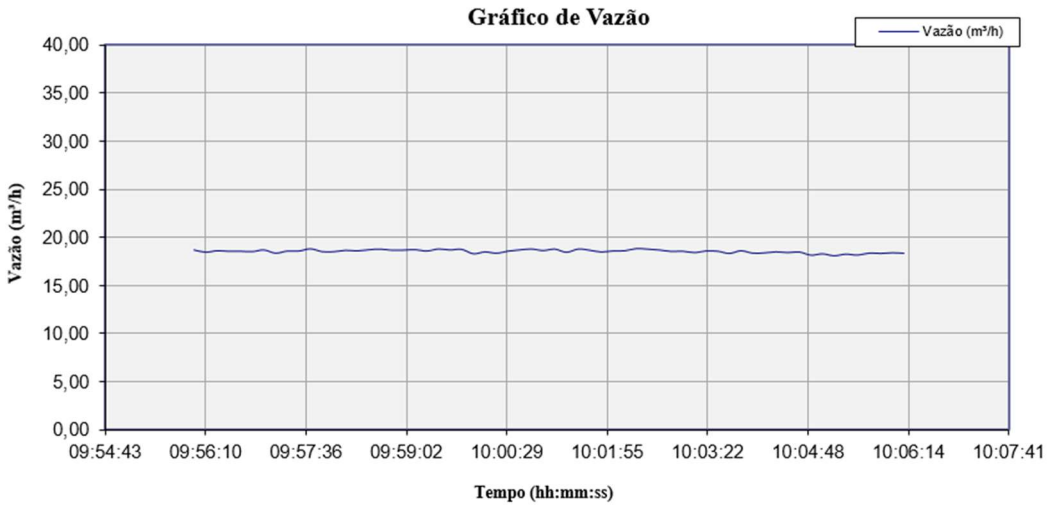
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-36. Gráfico de velocidade (Medição 08).



Vel. Mínima=	0,97	m/s
Vel. Média=	**1,00**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,01	m/s

Figura 3-37. Gráfico de vazão (Medição 08).



Vazão mín=	18,14	m³/h
Vazão méd.=	18,62	m³/h
Vazão máx=	18,87	m³/h

3.1.12 Medição 09 - Poço Profundo Pedro Paschoal

- Função: Captação de água subterrânea
- Diâmetro: 250 mm
- Material: Aço
- Data: 17/05/2024

Figura 3-38. Vista do local de medição de vazão – Poço Profundo Pedro Paschoal.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-39. Medição de Vazão – Poço Profundo Pedro Paschoal.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-40. Gráfico de velocidade (Medição 09).



Vel. Mínima=	2,34	m/s
Vel. Média=	**2,45**	**m/s**
Vel. Máxima=	2,51	m/s

Figura 3-41. Gráfico de vazão (Medição 09).



Vazão mín=	291,15	m³/h
Vazão méd.=	**294,37**	**m³/h**
Vazão máx=	299,79	m³/h

3.1.13 Medição 10 – Reservatório 2.000m³ Pedro Paschoal

- Função: Abastecimento dos bairros Jardim Claudia, Jardim Parati I, II e III e Vilas de Parati
- Diâmetro: 250 mm
- Material: Ferro Fundido

- Data: 20/05/2024

Figura 3-42. Vista do local de medição de vazão – Reservatório 2.000m³



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-43. Medição de Vazão – Reservatório 2.000m³ Pedro Paschoal.



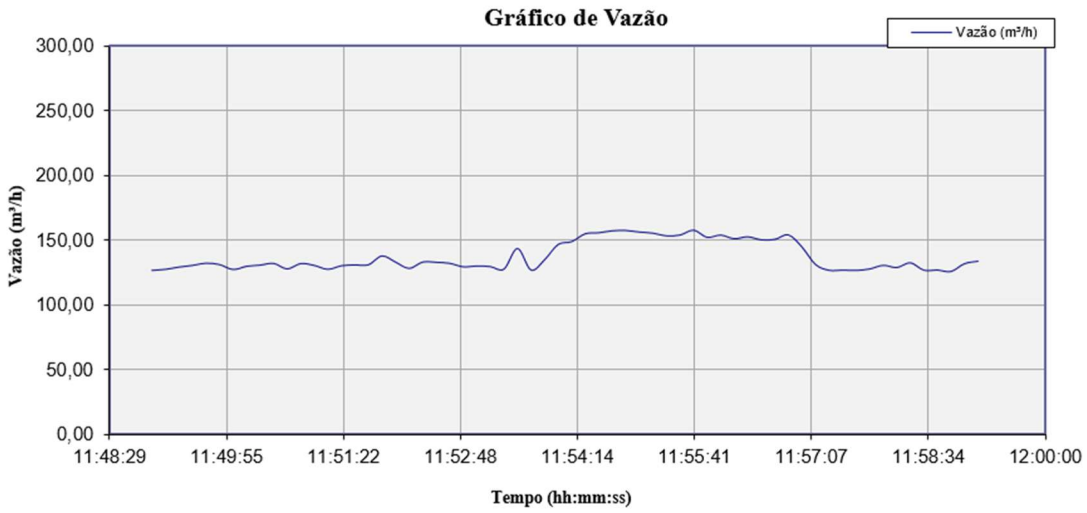
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-44. Gráfico de velocidade (Medição 10).



Vel. Mínima=	1,03	m/s
Vel. Média=	**1,07**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,31	m/s

Figura 3-45. Gráfico de velocidade (Medição 10).



Vazão mín=	124,03	m³/h
Vazão méd.=	129,15	m³/h
Vazão máx=	157,55	m³/h

3.1.14 Medição 11 – Reservatório Alto Claudia

- Função: Abastecimento dos bairros Jardim Claudia I e II, Jardim Aeroporto e Santa Terezinha
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço
- Data: 21/05/2024

Figura 3-46. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Alto Claudia.



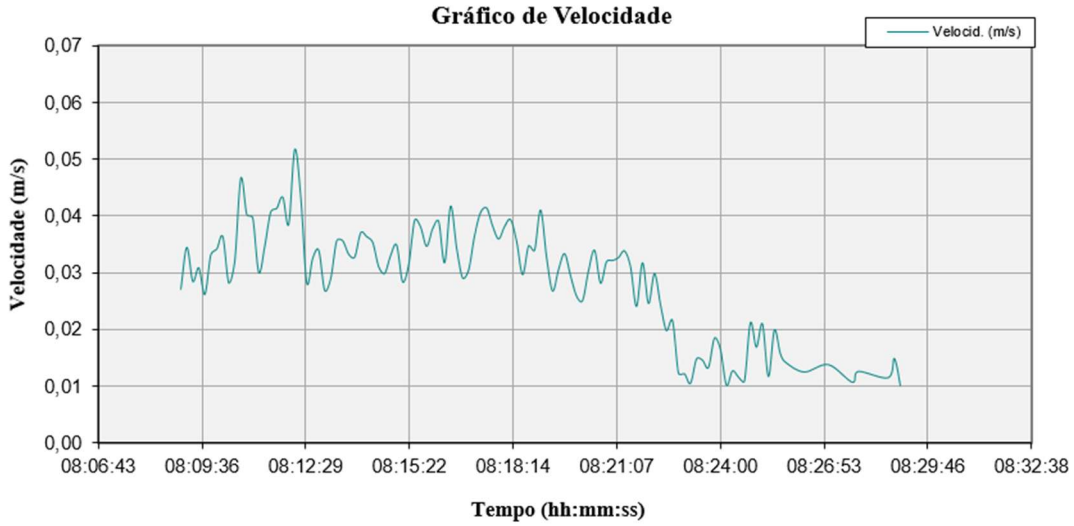
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-47. Medição de Vazão – Reservatório Alto Claudia.



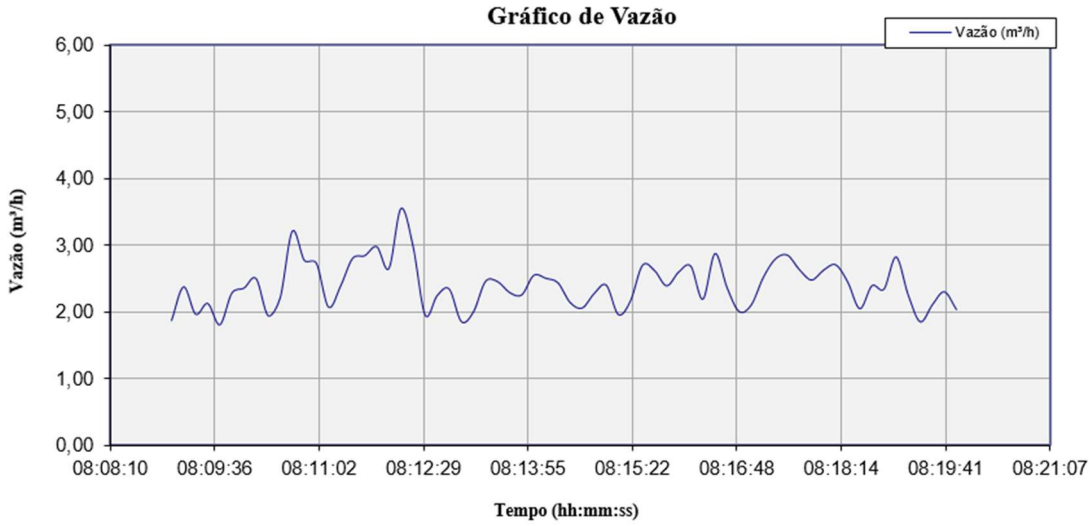
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-48. Gráfico de velocidade (Medição 11).



Vel. Mínima=	0,01	m/s
Vel. Média=	**0,03**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,05	m/s

Figura 3-49. Gráfico de vazão (Medição 11).



Vazão mín=	0,70	m³/h
Vazão méd.=	**2,24**	**m³/h**
Vazão máx=	3,56	m³/h

3.1.15 Medição 12 - Reservatório Baixo Claudia

- Função: Abastecimento dos bairros Jardim Claudia I e II, Jardim Aeroporto e Santa Terezinha
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço

- Data: 21/05/2024

Figura 3-50. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Baixo Claudia.



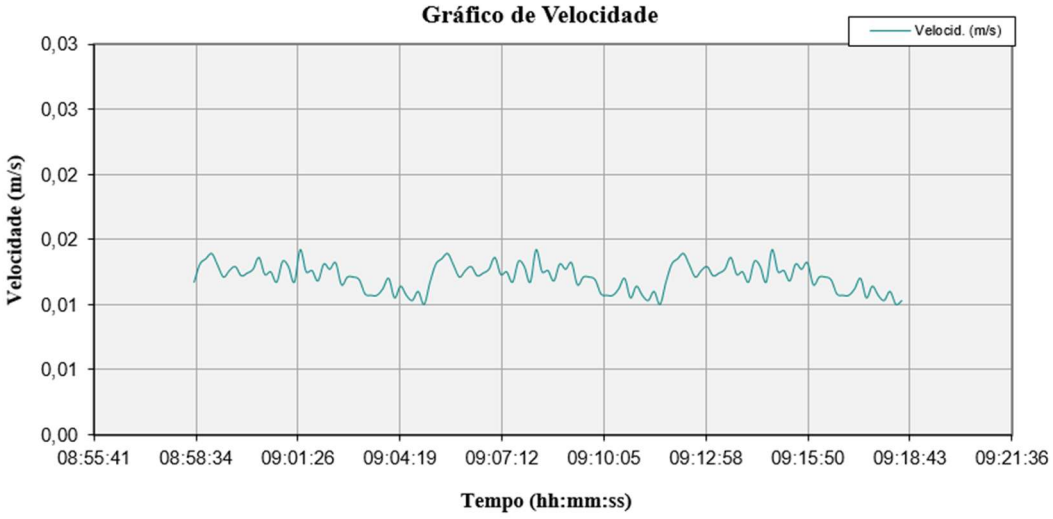
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-51. Medição de Vazão – Reservatório Baixo Claudia.



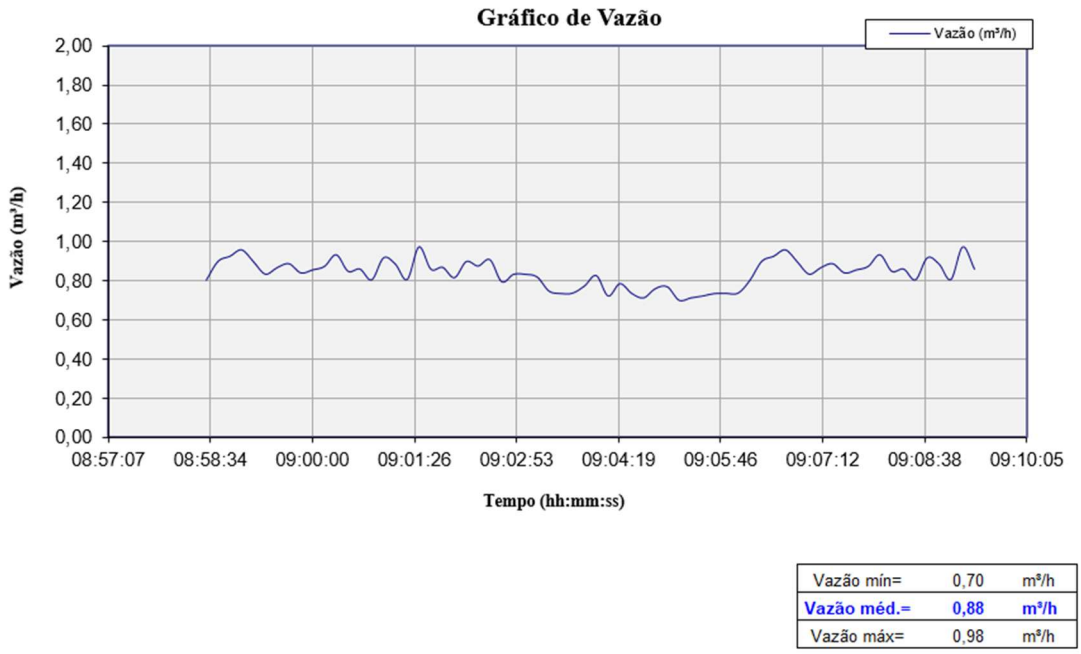
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-52. Gráfico de velocidade (Medição 12).



Vel. Mínima=	0,01	m/s
Vel. Média=	**0,01**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,01	m/s

Figura 3-53. Gráfico de vazão (Medição 12).



Vazão mín=	0,70	m³/h
Vazão méd.=	0,88	m³/h
Vazão máx=	0,98	m³/h

3.1.16 Medição 13 - Reservatório Alto Boa Vista

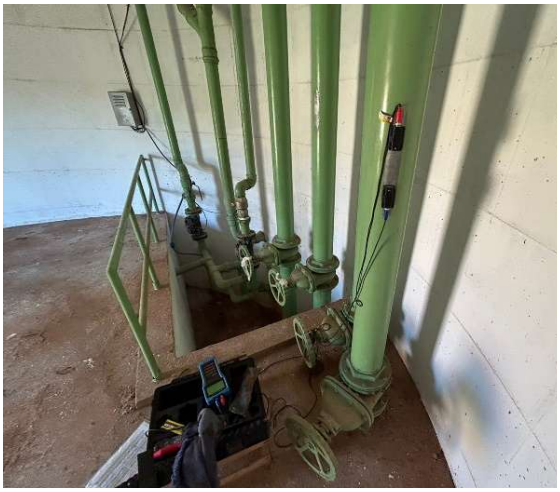
- Função: Abastecimento dos bairros Boa Vista, Feccib Novo e Jardim Lucia
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço
- Data: 21/05/2024

Figura 3-54. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Alto Boa Vista.



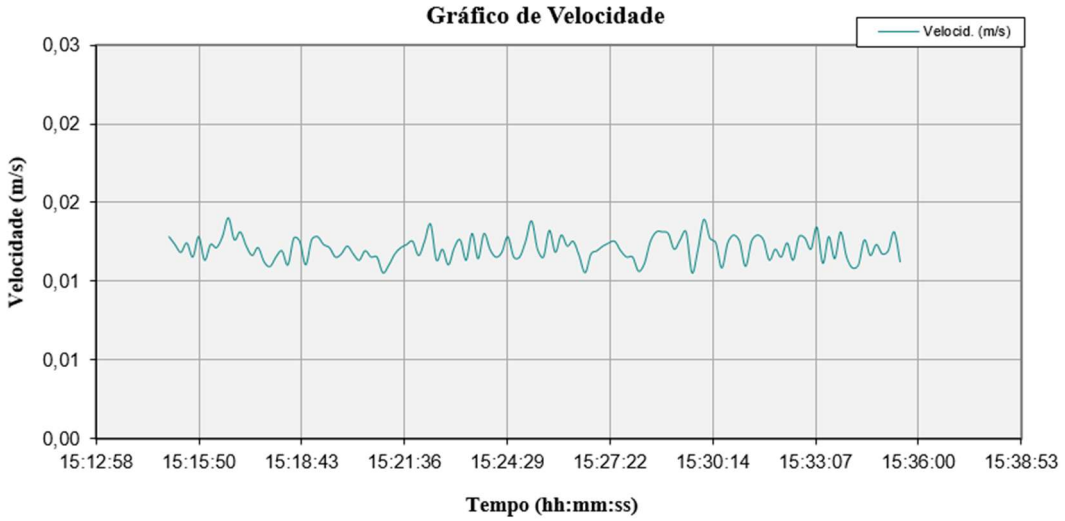
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-55. Medição de Vazão – Reservatório Alto Boa Vista.



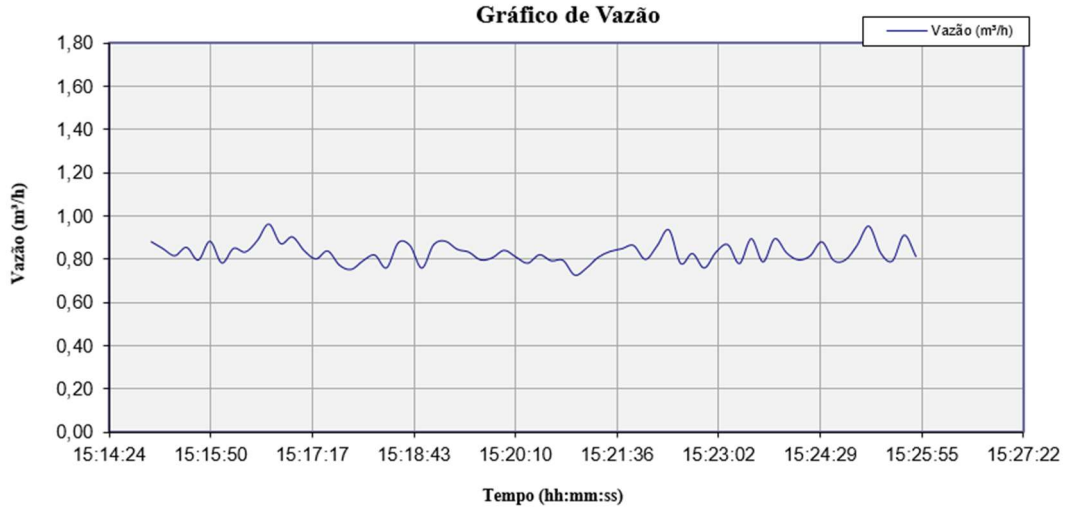
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-56. Gráfico de velocidade (Medição 13).



Vel. Mínima=	0,01	m/s
Vel. Média=	**0,01**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,01	m/s

Figura 3-57. Gráfico de vazão (Medição 13).



Vazão mín=	0,72	m³/h
Vazão méd.=	**0,85**	**m³/h**
Vazão máx=	0,96	m³/h

3.1.17 Medição 14 - Reservatório Baixo Boa Vista

- Função: Abastecimento dos bairros Boa Vista, Feccib Novo e Jardim Lucia
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço
- Data: 21/05/2024

Figura 3-58. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Baixo Boa Vista.



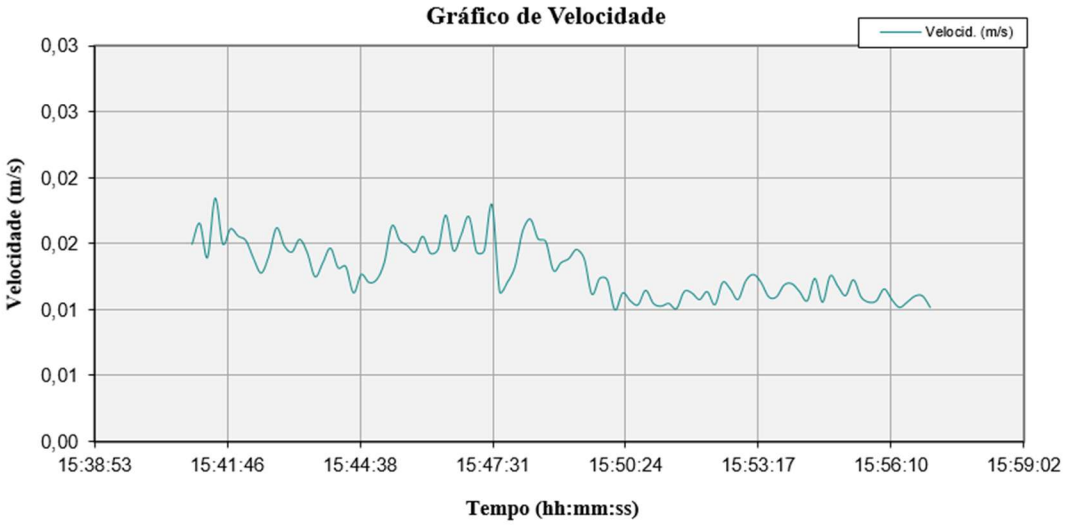
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-59. Medição de Vazão – Reservatório Baixo Boa Vista.



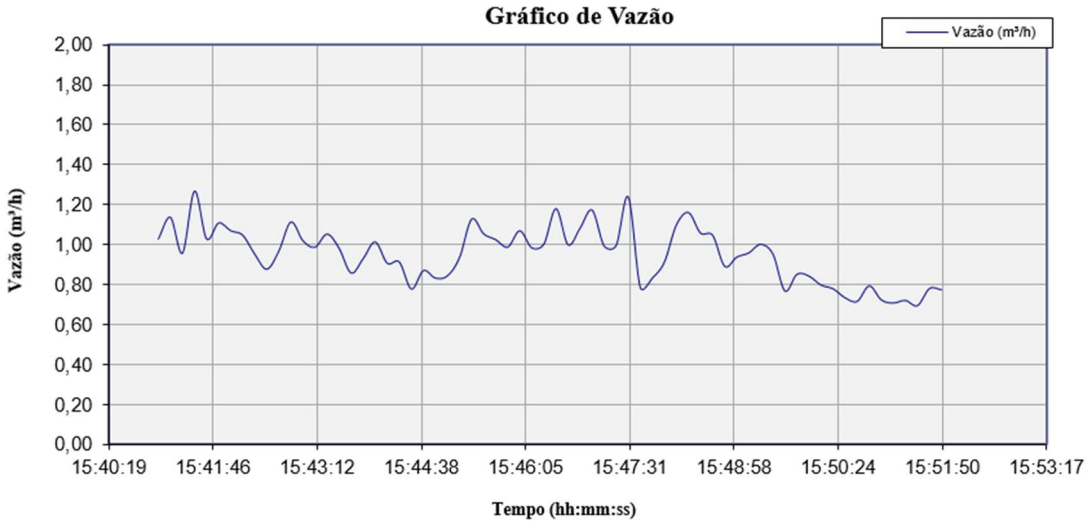
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-60. Gráfico de velocidade (Medição 14).



Vel. Mínima=	0,01	m/s
Vel. Média=	**0,02**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,02	m/s

Figura 3-61. Gráfico de vazão (Medição 14).



Vazão mín=	0,70	m³/h
Vazão méd.=	1,04	m³/h
Vazão máx=	1,27	m³/h

3.1.18 Medição 15 - Poço Boa Vista

- Função: Captação de água subterrânea
- Diâmetro: 50 mm
- Material: Aço
- Data: 22/05/2024

Figura 3-62. Vista do local de medição de vazão – Poço Boa Vista.



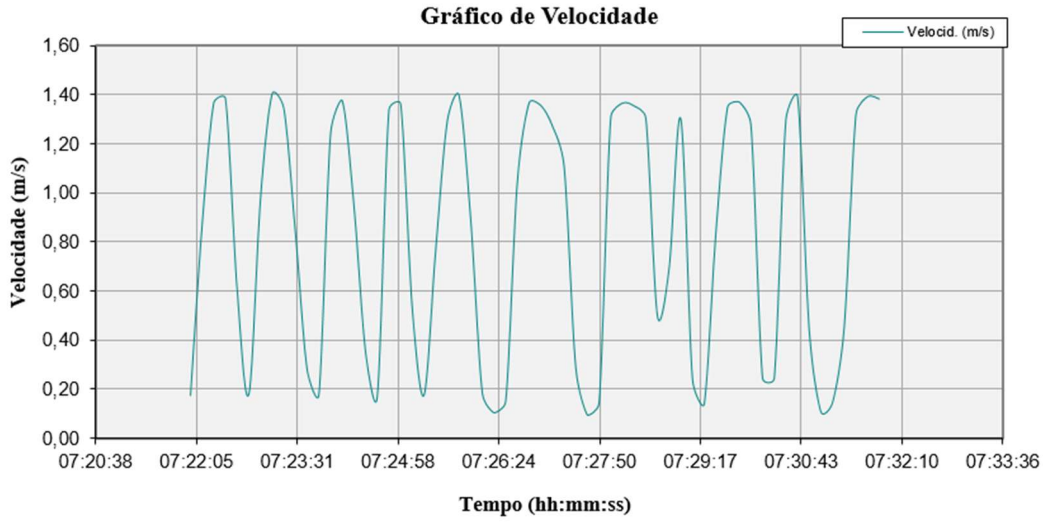
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-63. Medição de Vazão – Poço Boa Vista.



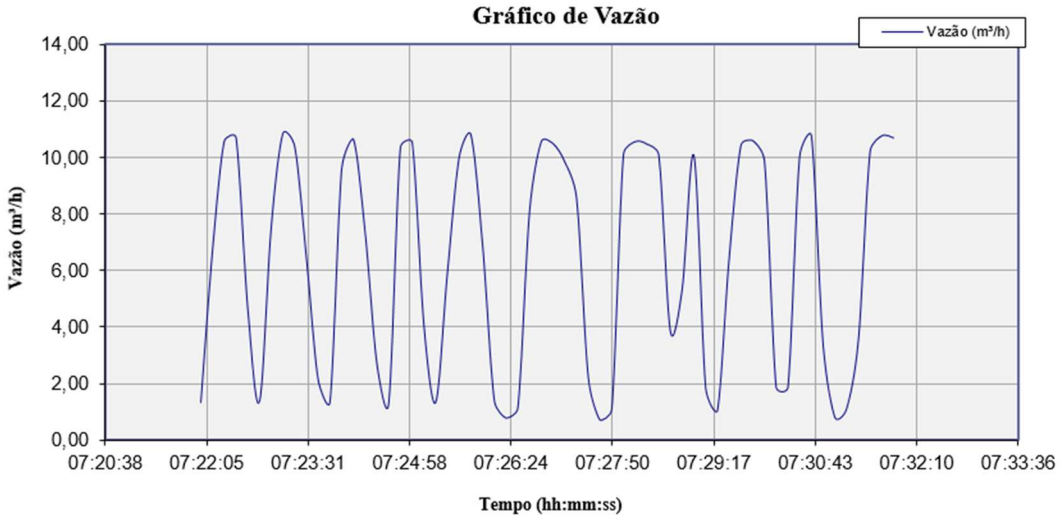
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-64. Gráfico de velocidade (Medição 15).



Vel. Mínima=	0,09	m/s
Vel. Média=	**0,85**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,40	m/s

Figura 3-65. Gráfico de vazão (Medição 15).



Vazão mín=	0,72	m³/h
Vazão méd.=	**6,62**	**m³/h**
Vazão máx=	10,88	m³/h

3.1.19 Medição 16 – Reservatório Elevado Progresso

- Função: Abastecimento do Reservatório Elevado Progresso (Bombeado ETA 01)
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Ferro Fundido
- Data: 20/05/2024

Figura 3-66. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Elevado Progresso.



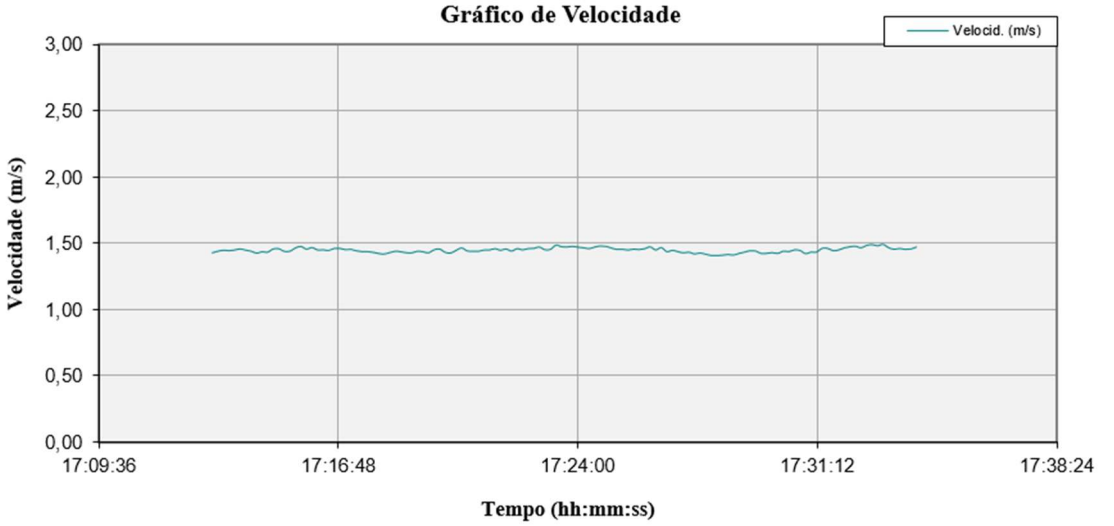
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-67. Medição de Vazão – Reservatório Elevado Progresso.



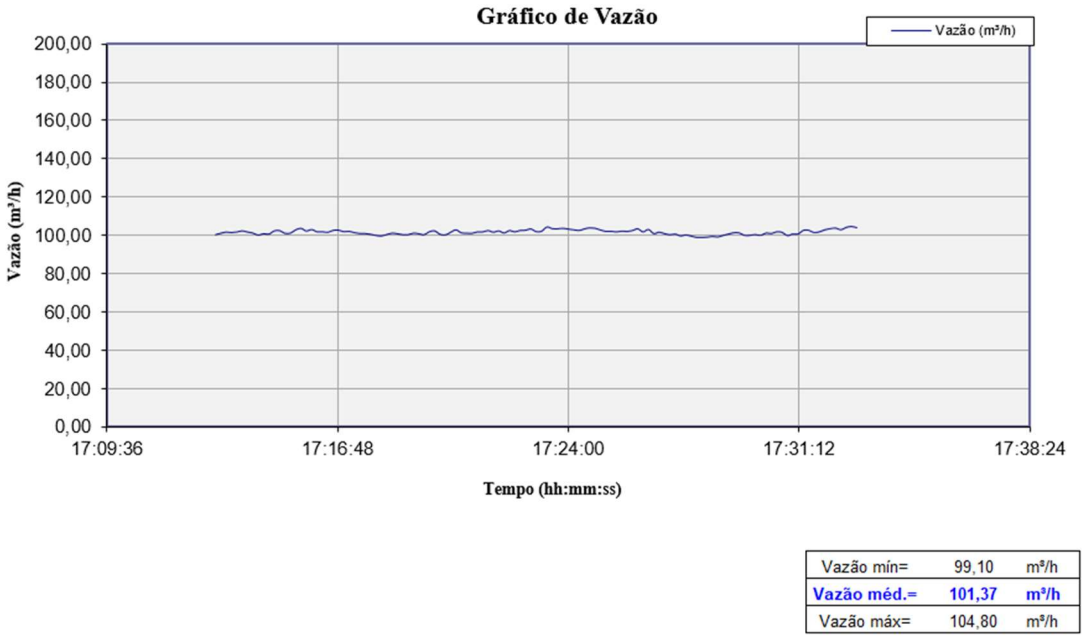
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-68. Gráfico de velocidade (Medição 16).



Vel. Mínima=	1,41	m/s
Vel. Média=	**1,44**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,49	m/s

Figura 3-69. Gráfico de vazão (Medição 16).



3.1.20 Medição 17 – Reservatório Elevado Progresso

- Função: Abastecimento do Reservatório Elevado Progresso (Bombeado Reservatório 2.000m³ Sanderson)
- Diâmetro: 200 mm
- Material: Ferro Fundido
- Data: 20/05/2024

Figura 3-70. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Elevado Progresso.



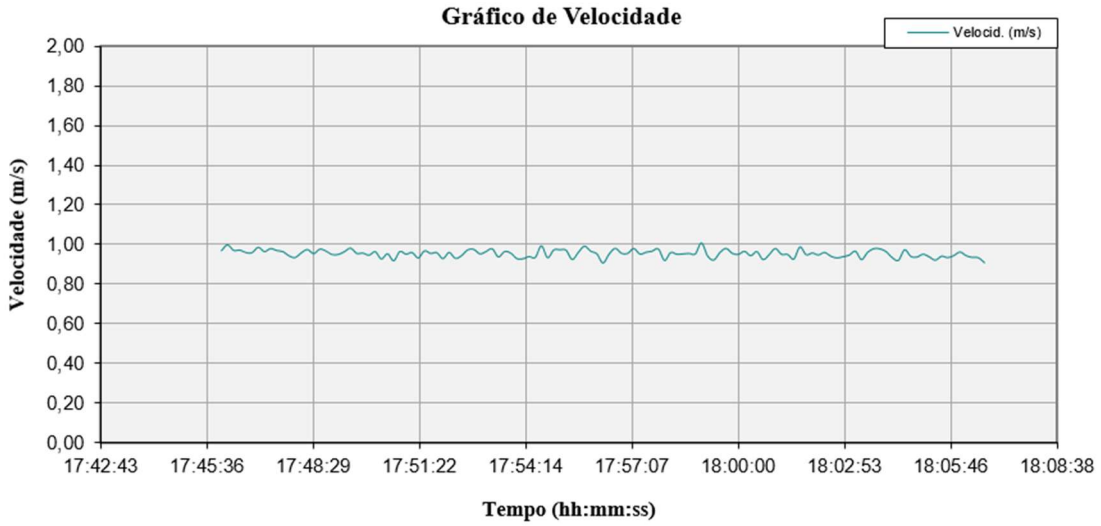
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-71. Medição de Vazão – Reservatório Elevado Progresso.



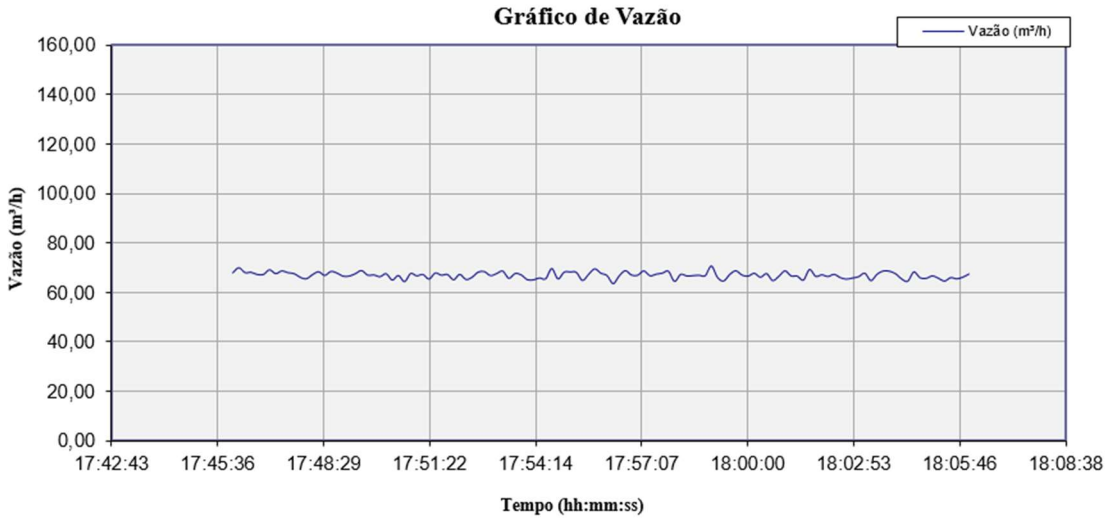
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-72. Gráfico de velocidade (Medição 17).



Vel. Mínima=	0,90	m/s
Vel. Média=	**0,97**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,01	m/s

Figura 3-73. Gráfico de vazão (Medição 17).



Vazão mín=	63,57	m³/h
Vazão méd.=	**68,24**	**m³/h**
Vazão máx=	70,82	m³/h

3.1.21 Medição 18 – Reservatório Elevado Progresso

- Função: Abastecimento do bairro Jardim Alvorada
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Ferro Fundido
- Data: 20/05/2024

Figura 3-74. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Elevado Progresso.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-75. Medição de Vazão – Reservatório Elevado Progresso.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-76. Gráfico de velocidade (Medição 18).



Vel. Mínima=	0,98	m/s
Vel. Média=	**0,99**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,01	m/s

Figura 3-77. Gráfico de vazão (Medição 18).



Vazão mín=	68,82	m³/h
Vazão méd.=	69,68	m³/h
Vazão máx=	70,99	m³/h

3.1.22 Medição 19 – Poço Sete Jardim

- Função: Captação de água subterrânea
- Diâmetro: 100 mm
- Material: Aço
- Data: 21/05/2024

Figura 3-78. Vista do local de medição de vazão – Poço Sete Jardim.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-79. Medição de Vazão – Poço Sete Jardim.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-80. Gráfico de velocidade (Medição 19).



Vel. Mínima=	1,46	m/s
Vel. Média=	**1,55**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,59	m/s

Figura 3-81. Gráfico de vazão (Medição 19).



Vazão mín=	45,97	m³/h
Vazão méd.=	**48,79**	**m³/h**
Vazão máx=	50,27	m³/h

3.1.23 Medição 20 – Chegada do Poço Sete Jardim ao Reservatório Sete Jardim

- Função: Abastecimento do Reservatório Sete Jardim
- Diâmetro: 100 mm
- Material: Aço

- Data: 21/05/2024

Figura 3-82. Vista do local de medição de vazão – Poço Sete Jardim.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-83. Medição de Vazão – Poço Sete Jardim.



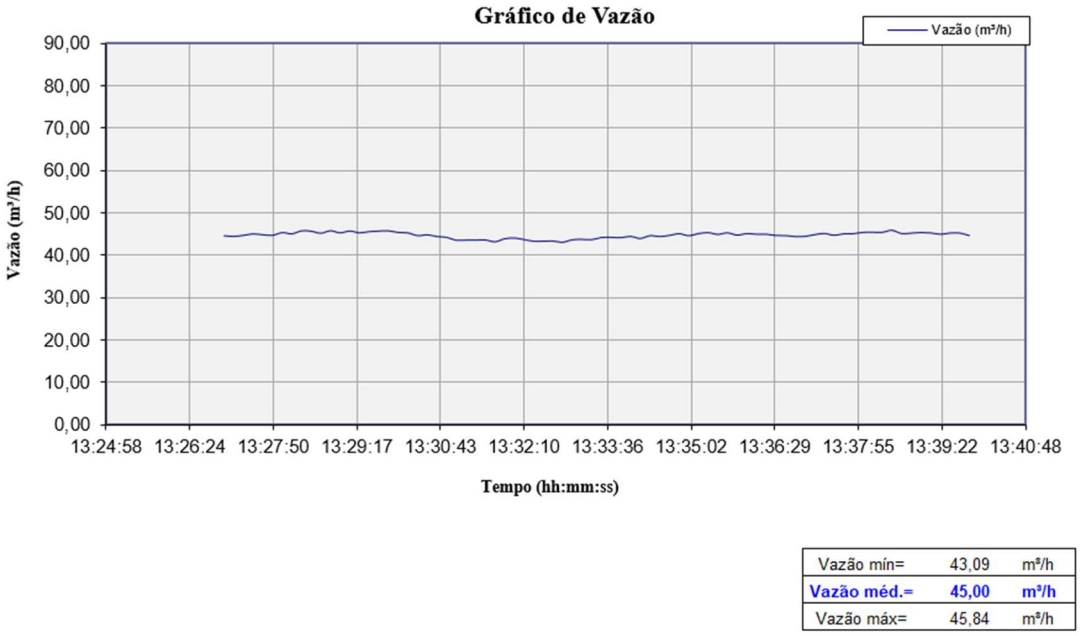
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-84. Gráfico de velocidade (Medição 20).



Vel. Mínima=	1,37	m/s
Vel. Média=	**1,43**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,45	m/s

Figura 3-85. Gráfico de vazão (Medição 20).



3.1.24 Medição 21 – Reservatório Sete Jardim

- Função: Abastecimento do bairro Sete Jardim
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço
- Data: 21/05/2024

Figura 3-86. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Sete Jardim.



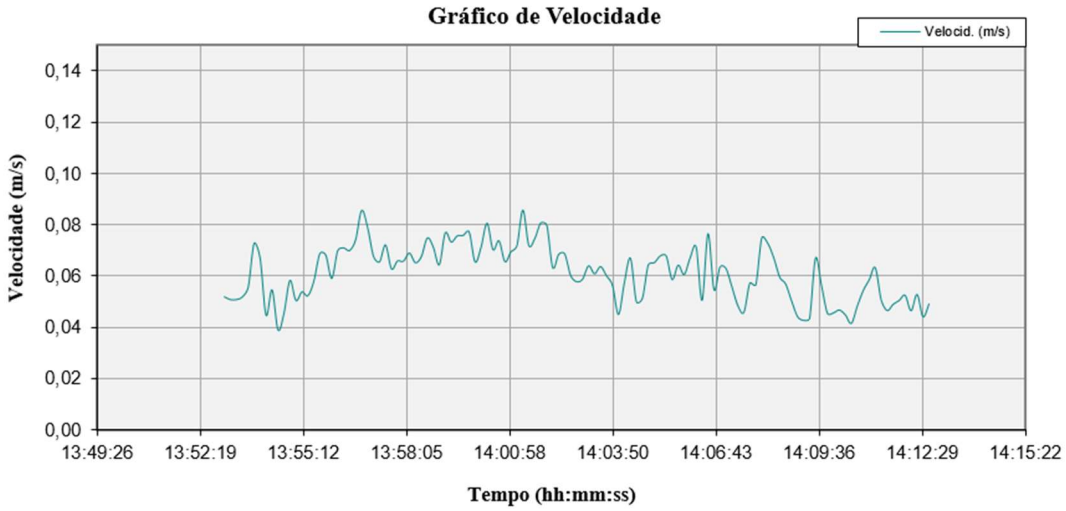
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-87. Medição de Vazão – Reservatório Sete Jardim.



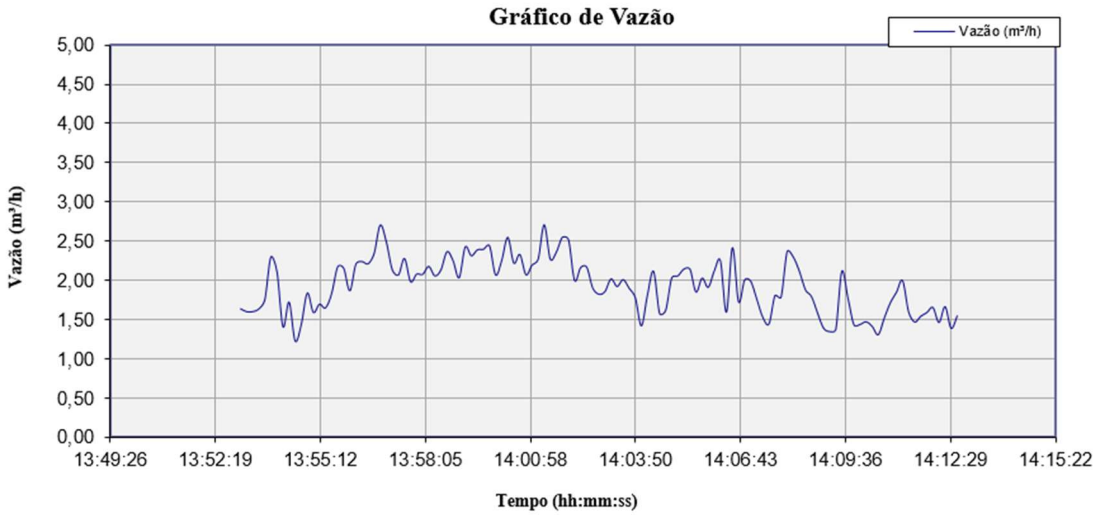
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-88. Gráfico de velocidade (Medição 21).



Vel. Mínima=	0,04	m/s
Vel. Média=	**0,05**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,09	m/s

Figura 3-89. Gráfico de vazão (Medição 21).



Vazão mín=	1,22	m³/h
Vazão méd.=	**1,67**	**m³/h**
Vazão máx=	2,70	m³/h

3.1.25 Medição 22 – Reservatório Tropical

- Função: Abastecimento do bairro Portal do Lago I e II
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço
- Data: 22/05/2024

Figura 3-90. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Tropical.



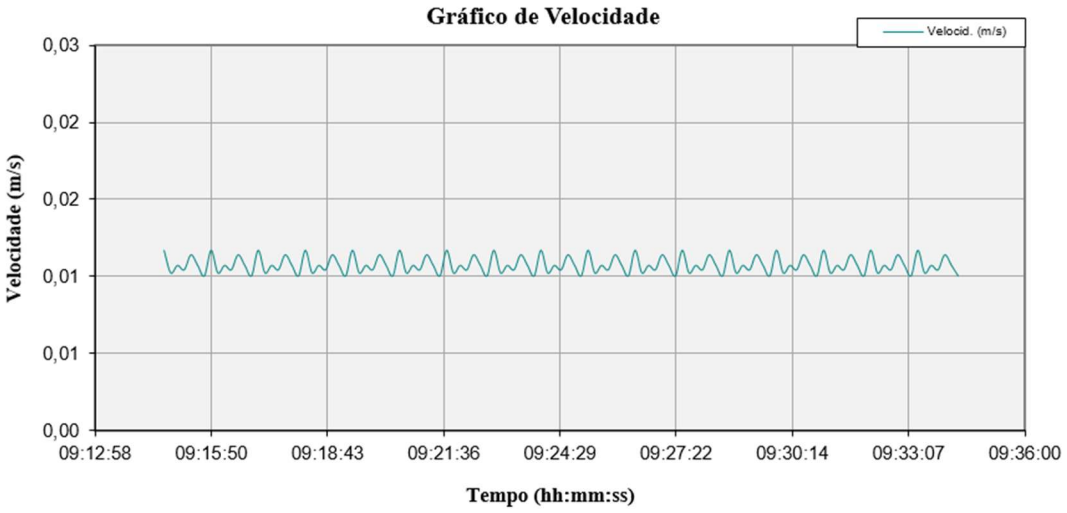
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-91. Medição de Vazão – Reservatório Tropical.



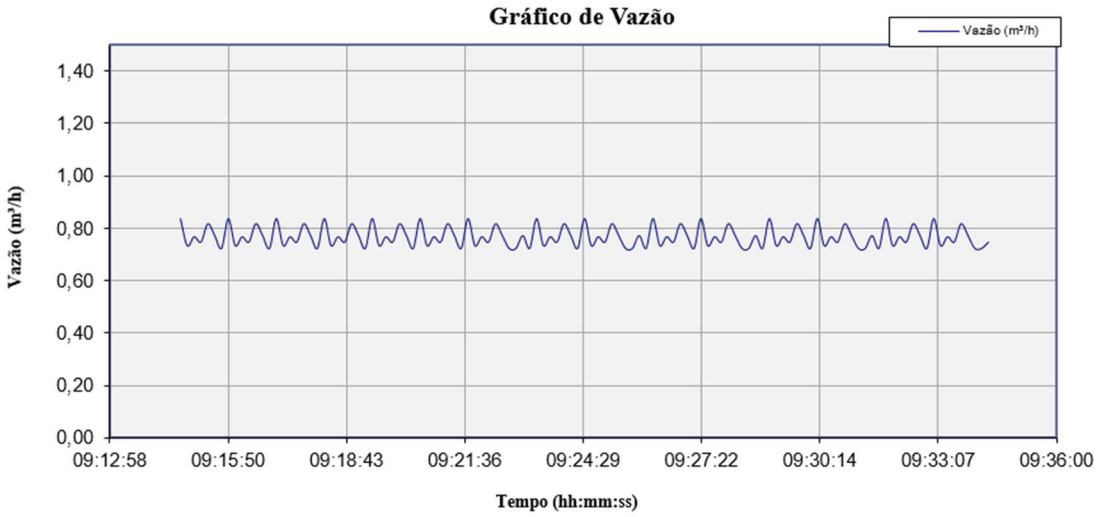
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-92. Gráfico de velocidade (Medição 22).



Vel. Mínima=	0,01	m/s
Vel. Média=	**0,01**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,01	m/s

Figura 3-93. Gráfico de vazão (Medição 22).

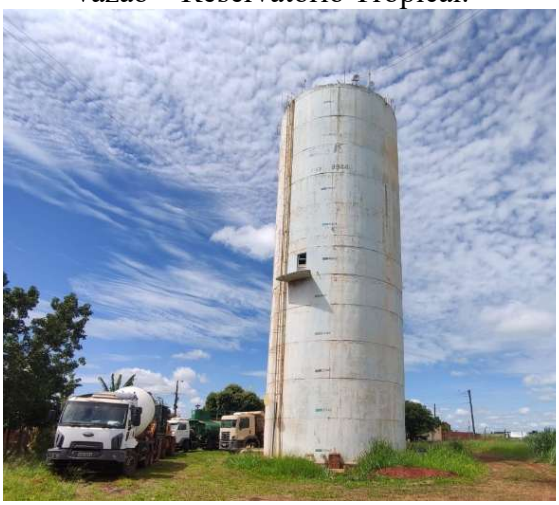


Vazão mín=	0,72	m³/h
Vazão méd.=	0,77	m³/h
Vazão máx=	0,84	m³/h

3.1.26 Medição 23 – Reservatório Tropical

- Função: Abastecimento do bairro Jardim Tropical
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço
- Data: 22/05/2024

Figura 3-94. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Tropical.



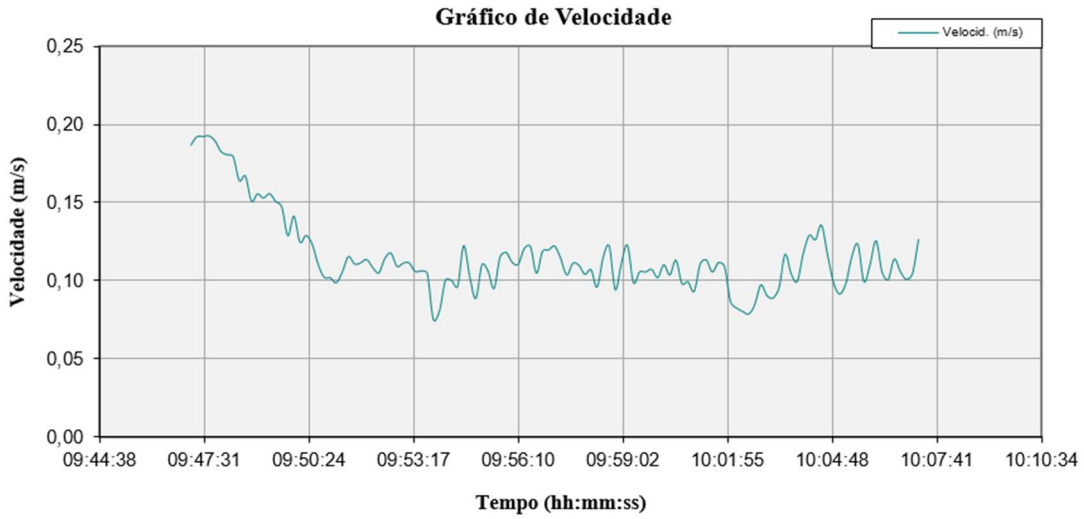
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-95. Medição de Vazão – Reservatório Tropical.



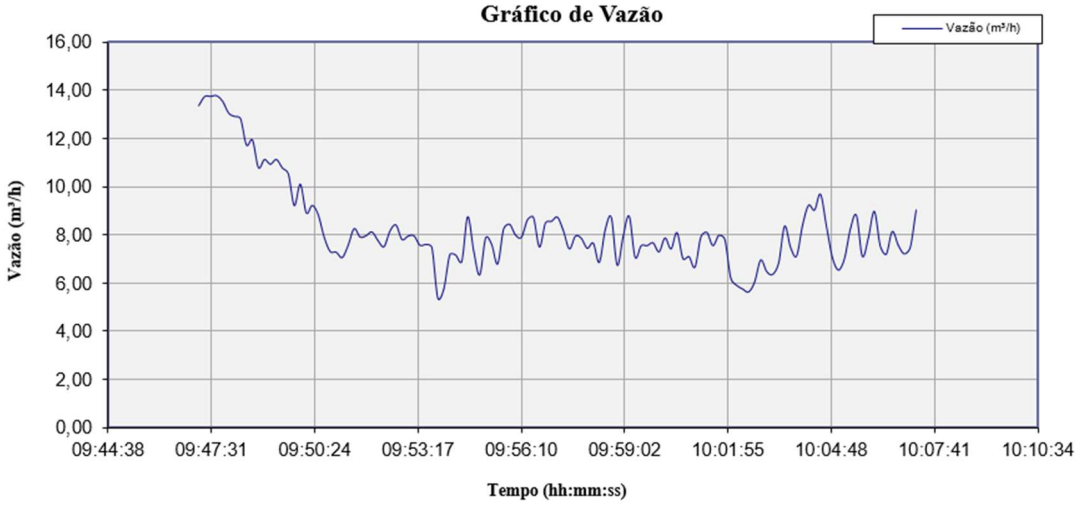
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-96. Gráfico de velocidade (Medição 23).



Vel. Mínima=	0,07	m/s
Vel. Média=	**0,18**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,19	m/s

Figura 3-97. Gráfico de vazão (Medição 23).



Vazão mín=	5,36	m³/h
Vazão méd.=	**12,85**	**m³/h**
Vazão máx=	13,78	m³/h

3.1.27 Medição 24 – Reservatório Rassim Dibe

- Função: Abastecimento do bairro Rassim Dibe, Residencial Vale do Sol e Moriah
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Ferro Fundido

- Data: 21/05/2024

Figura 3-98. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Rassim Dibe.



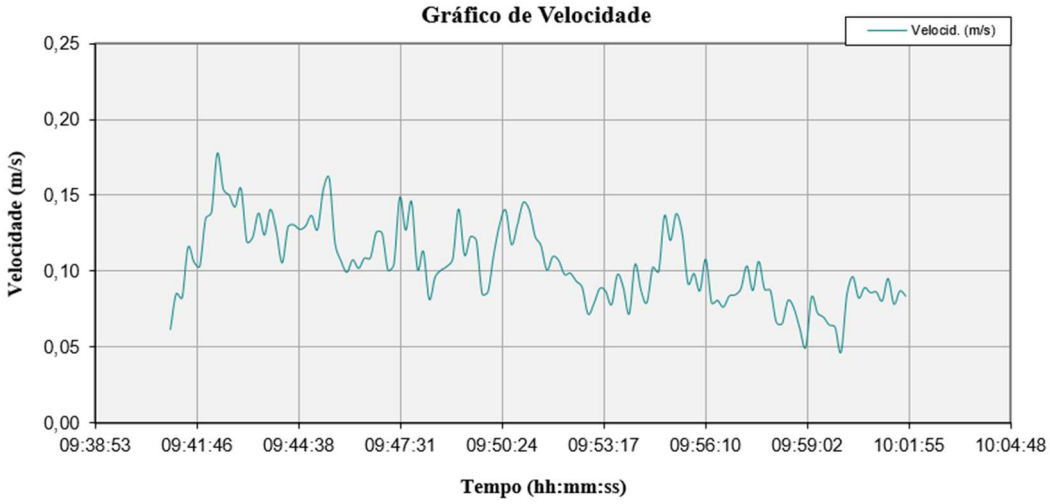
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-99. Medição de Vazão – Reservatório Rassim Dibe.



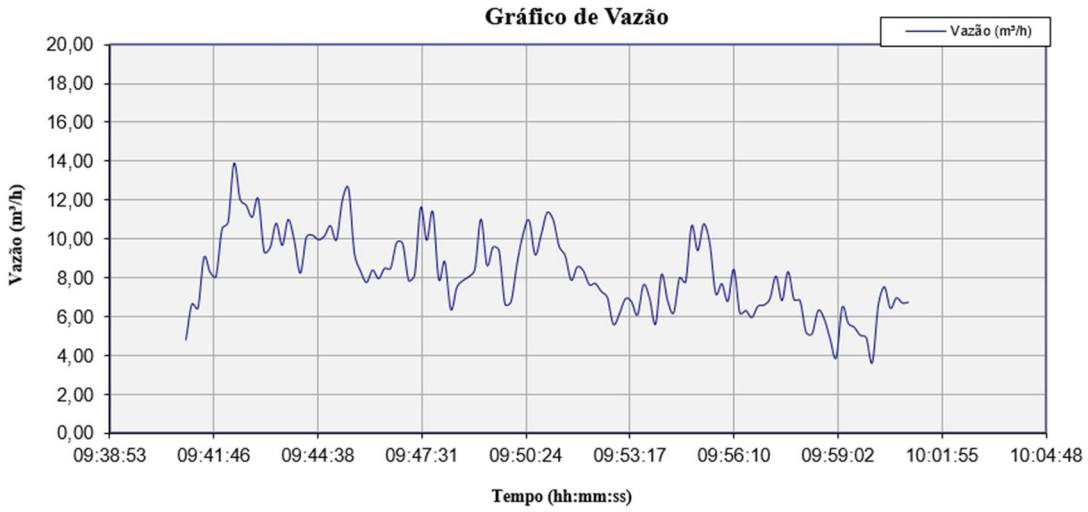
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-100. Gráfico de velocidade (Medição 24).



Vel. Mínima=	0,05	m/s
Vel. Média=	**0,12**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,18	m/s

Figura 3-101. Gráfico de vazão (Medição 24).



Vazão mín=	3,64	m³/h
Vazão méd.=	9,31	m³/h
Vazão máx=	13,91	m³/h

3.1.28 Medição 25 – Reservatório Primavera

- Função: Abastecimento do bairro Jardim Primavera
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço
- Data: 22/05/2024

Figura 3-102. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Primavera.



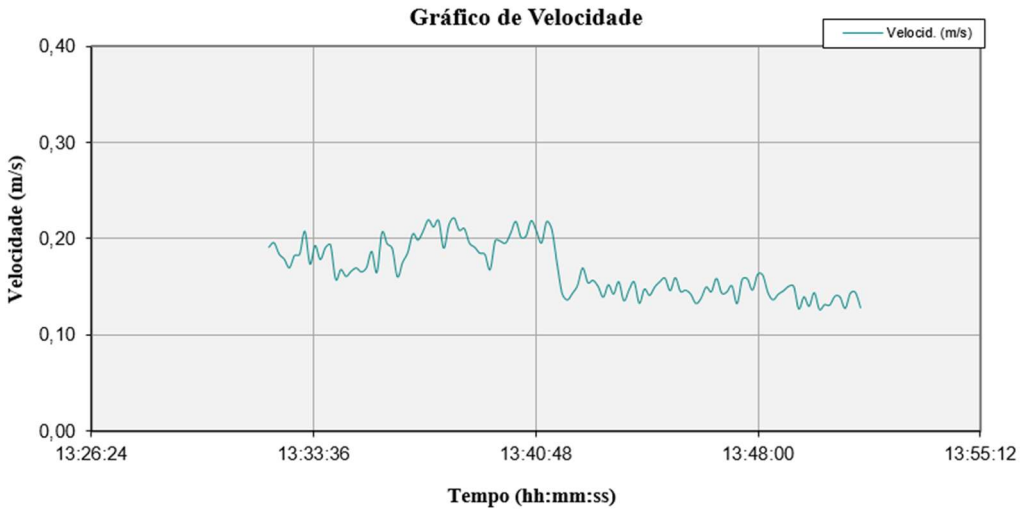
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-103. Medição de Vazão – Reservatório Primavera.



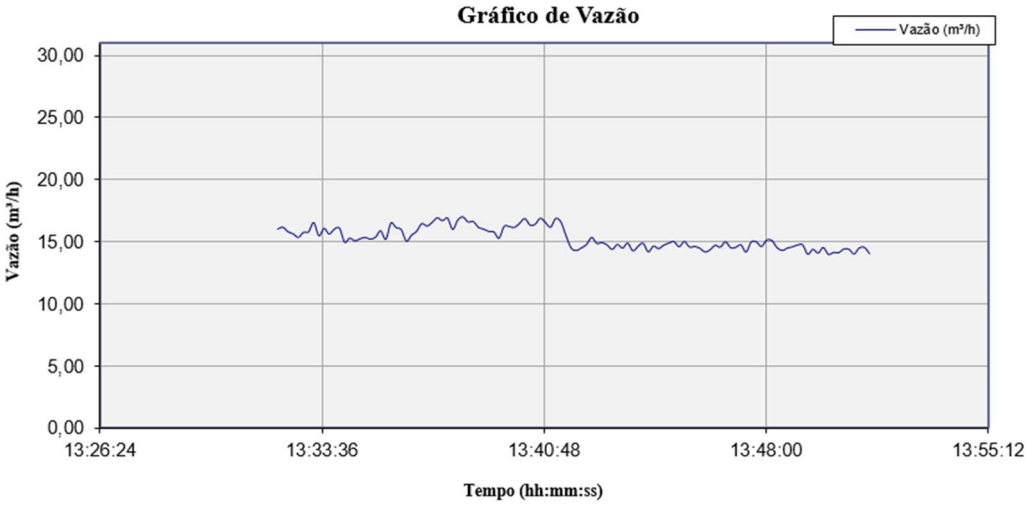
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-104. Gráfico de velocidade (Medição 25).



Vel. Mínima=	0,13	m/s
Vel. Média=	**0,19**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,22	m/s

Figura 3-105. Gráfico de vazão (Medição 25).



Vazão mín=	13,98	m³/h
Vazão méd.=	**15,84**	**m³/h**
Vazão máx=	16,98	m³/h

3.1.29 Medição 26 – Reservatório Jardim Itália

- Função: Abastecimento do bairro Jardim Itália
- Diâmetro: 150 mm
- Material: Aço

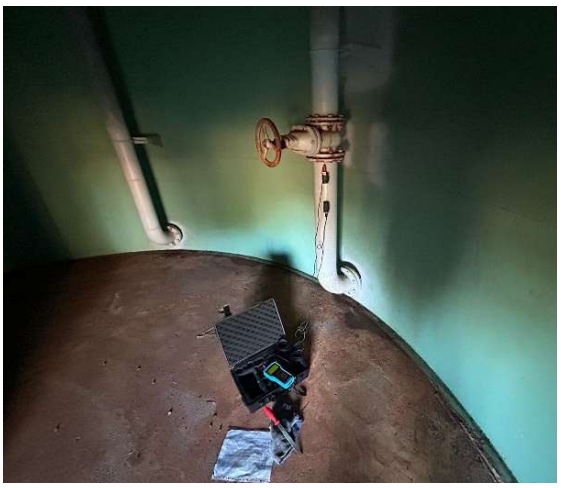
- Data: 22/05/2024

Figura 3-106. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Jardim Itália.



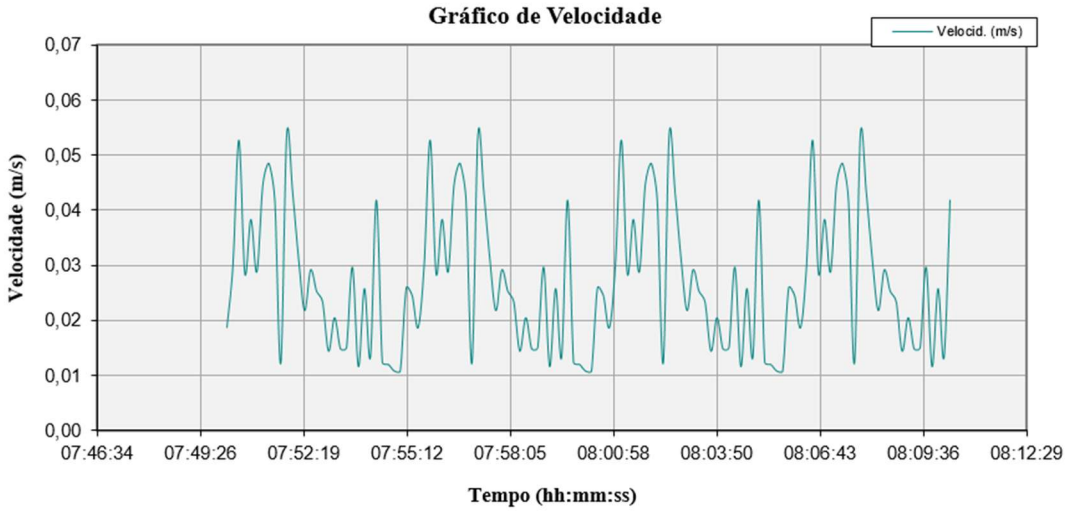
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-107. Medição de Vazão – Reservatório Jardim Itália.



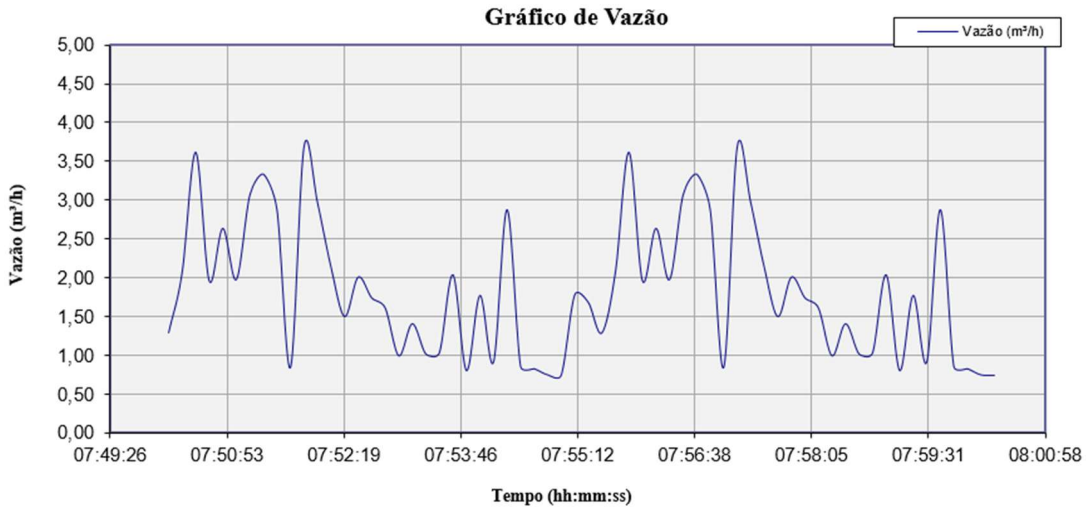
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-108. Gráfico de velocidade (Medição 26).



Vel. Mínima=	0,01	m/s
Vel. Média=	**0,03**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,05	m/s

Figura 3-109. Gráfico de vazão (Medição 26).



Vazão mín=	0,73	m³/h
Vazão méd.=	**2,37**	**m³/h**
Vazão máx=	3,69	m³/h

3.1.30 Medição 27 – Poço Jardim Julia

- Função: Captação de água subterrânea e abastecimento do bairro Jardim Julia
- Diâmetro: 75 mm
- Material: Aço
- Data: 20/05/2024

Figura 3-110. Vista do local de medição de vazão – Poço Jardim Julia.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-111. Medição de Vazão – Poço Jardim Julia.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-112. Gráfico de velocidade (Medição 27).



Vel. Mínima=	0,70	m/s
Vel. Média=	**0,73**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,76	m/s

Figura 3-113. Gráfico de vazão (Medição 27).



Vazão mín=	12,85	m³/h
Vazão méd.=	**13,32**	**m³/h**
Vazão máx=	13,93	m³/h

3.1.31 Medição 28 – Poço Hospital Julia

- Função: Captação de água subterrânea e abastecimento do Hospital Julia
- Diâmetro: 50 mm
- Material: Aço
- Data: 20/05/2024

Figura 3-114. Vista do local de medição de vazão – Poço Hospital Julia.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-115. Medição de Vazão – Poço Hospital Julia.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-116. Gráfico de velocidade (Medição 28).



Vel. Mínima=	2,22	m/s
Vel. Média=	**2,24**	**m/s**
Vel. Máxima=	2,27	m/s

Figura 3-117. Gráfico de vazão (Medição 28).



Vazão mín=	29,73	m³/h
Vazão méd.=	30,12	m³/h
Vazão máx=	30,49	m³/h

3.1.32 Medição 29 – Poço Elizabeth

- Função: Captação de água subterrânea e abastecimento do bairro Vila Elizabeth
- Diâmetro: 75 mm
- Material: Aço
- Data: 20/05/2024

Figura 3-118. Vista do local de medição de vazão – Poço Elizabeth.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-119. Medição de Vazão – Poço Elizabeth.



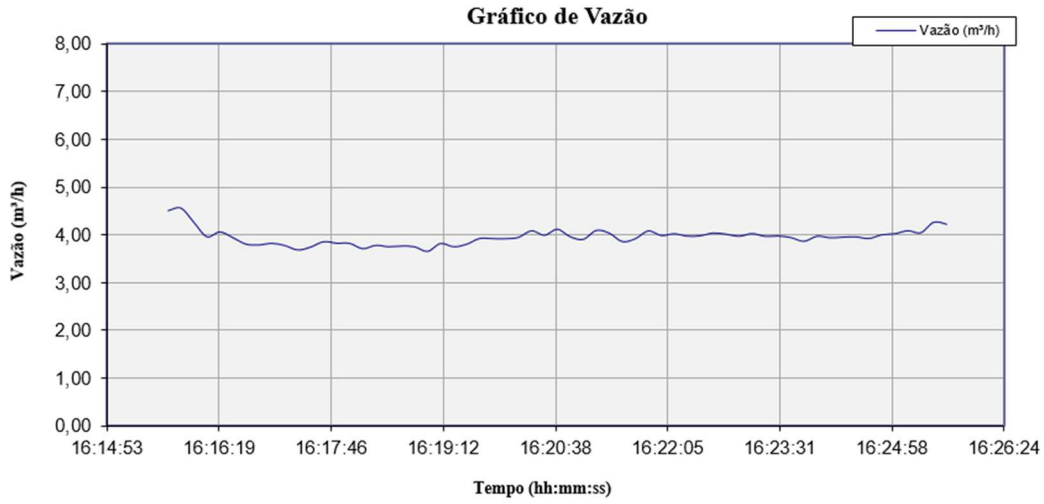
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-120. Gráfico de velocidade (Medição 29).



Vel. Mínima=	0,20	m/s
Vel. Média=	**0,22**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,24	m/s

Figura 3-121. Gráfico de vazão (Medição 29).



Vazão mín=	3,66	m³/h
Vazão méd.=	**4,15**	**m³/h**
Vazão máx=	4,55	m³/h

3.1.33 Medição 30 – Poço São Carlos

- Função: Captação de água subterrânea
- Diâmetro: 100 mm
- Material: Aço
- Data: 22/05/2024

Figura 3-122. Vista do local de medição de vazão – Poço Elizabeth.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-123. Medição de Vazão – Poço Elizabeth.



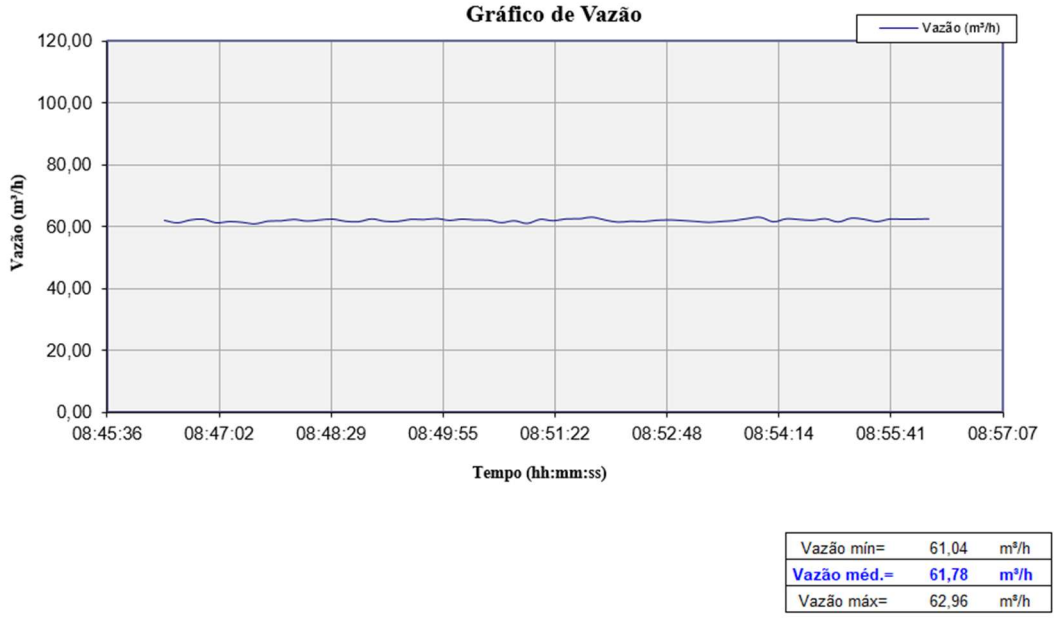
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-124. Gráfico de velocidade (Medição 30).



Vel. Mínima=	1,94	m/s
Vel. Média=	**1,96**	**m/s**
Vel. Máxima=	2,00	m/s

Figura 3-125. Gráfico de vazão (Medição 30).



3.1.34 Medição 31 – Reservatório Botafogo

- Função: Abastecimento do distrito Botafogo
- Diâmetro: 100 mm
- Material: Aço
- Data: 22/05/2024

Figura 3-126. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Botafogo.



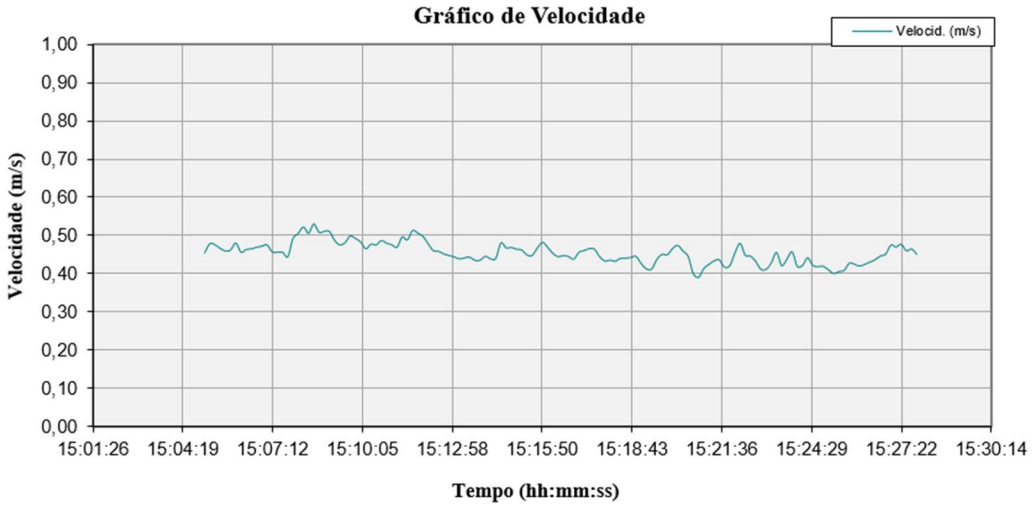
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-127. Medição de Vazão – Reservatório Botafogo.



Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-128. Gráfico de velocidade (Medição 31).



Vel. Mínima=	0,39	m/s
Vel. Média=	**0,47**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,53	m/s

Figura 3-129. Gráfico de vazão (Medição 31).



Vazão mín=	11,88	m³/h
Vazão méd.=	**14,25**	**m³/h**
Vazão máx=	16,22	m³/h

3.1.35 Medição 32 – Poço Turvinea

- Função: Captação de água subterrânea
- Diâmetro: 50 mm
- Material: Aço
- Data: 22/05/2024

Figura 3-130. Vista do local de medição de vazão – Poço Turvinea.



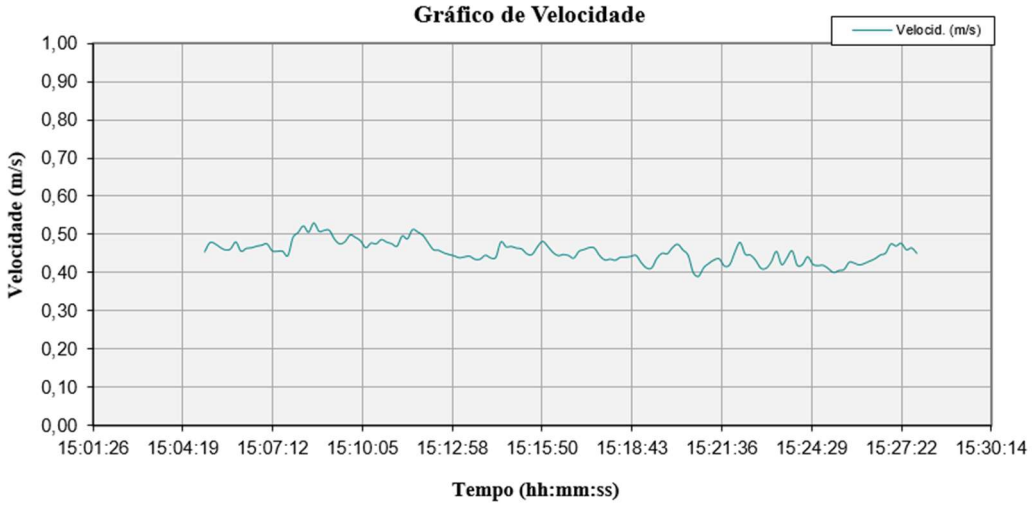
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-131. Medição de Vazão – Poço Turvinea.



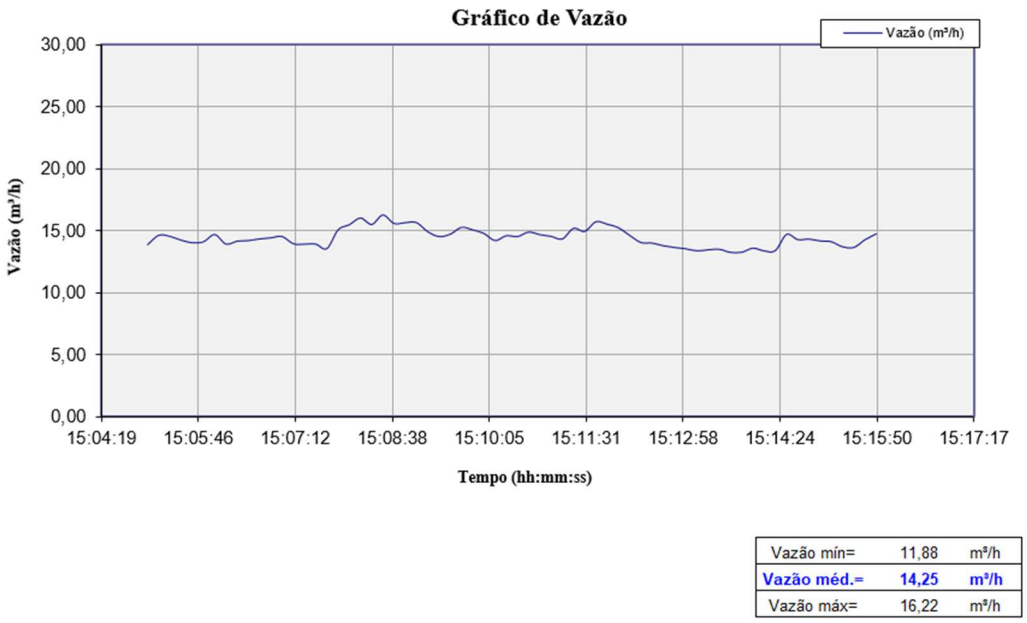
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-132. Gráfico de velocidade (Medição 32).



Vel. Mínima=	0,39	m/s
Vel. Média=	**0,47**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,53	m/s

Figura 3-133. Gráfico de vazão (Medição 32).



3.1.36 Medição 33 – Reservatório Turvinea

- Função: Abastecimento do distrito Turvinea
- Diâmetro: 75 mm
- Material: Aço
- Data: 22/05/2024

Figura 3-134. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Turvinea.



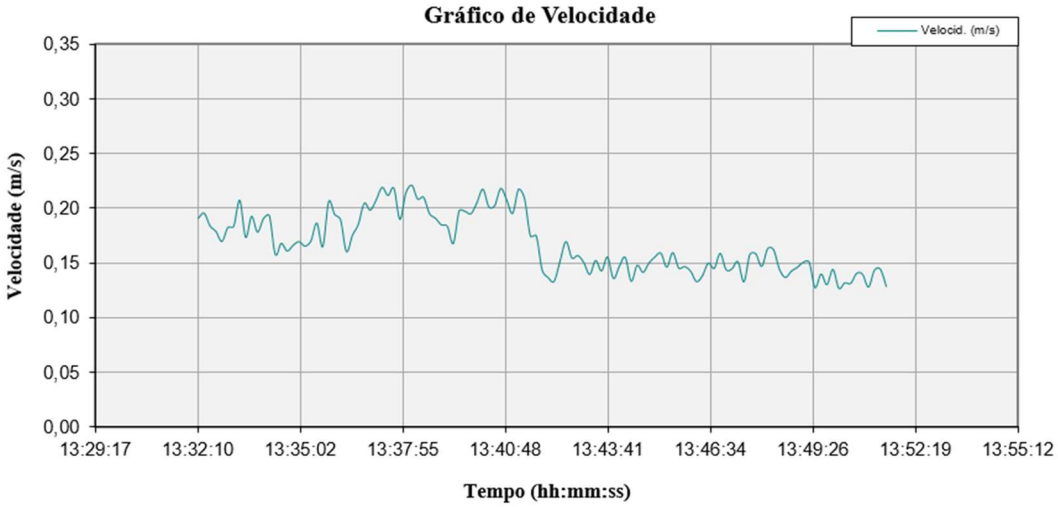
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-135. Medição de Vazão – Reservatório Turvinea.



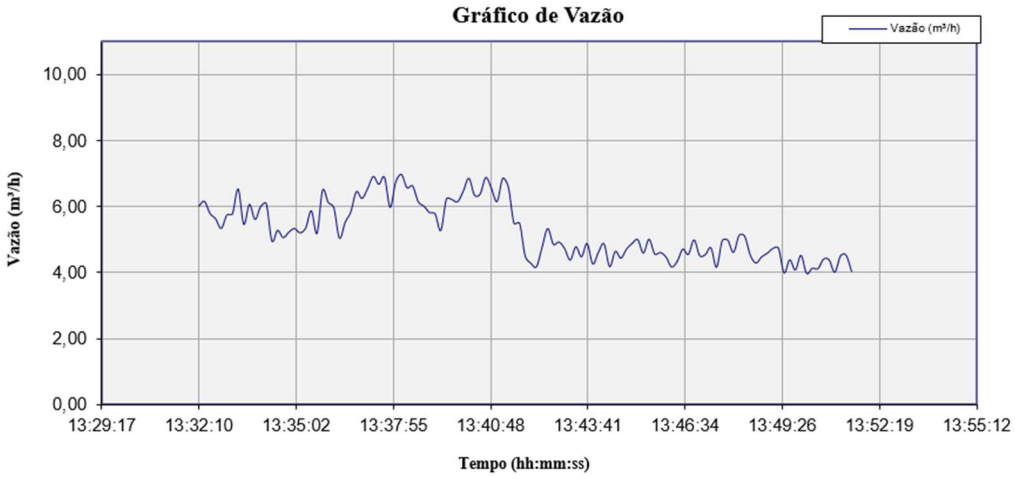
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-136. Gráfico de velocidade (Medição 33).



Vel. Mínima=	0,13	m/s
Vel. Média=	**0,19**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,22	m/s

Figura 3-137. Gráfico de vazão (Medição 33).



Vazão mín=	3,98	m³/h
Vazão méd.=	**5,84**	**m³/h**
Vazão máx=	6,98	m³/h

3.1.37 Medição 34 – Poço Andes

- Função: Captação de água subterrânea
- Diâmetro: 50 mm
- Material: Aço

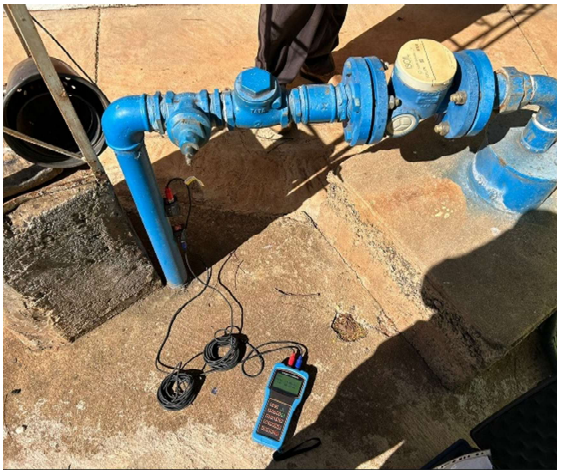
- Data: 22/05/2024

Figura 3-138. Vista do local de medição de vazão – Poço Andes.



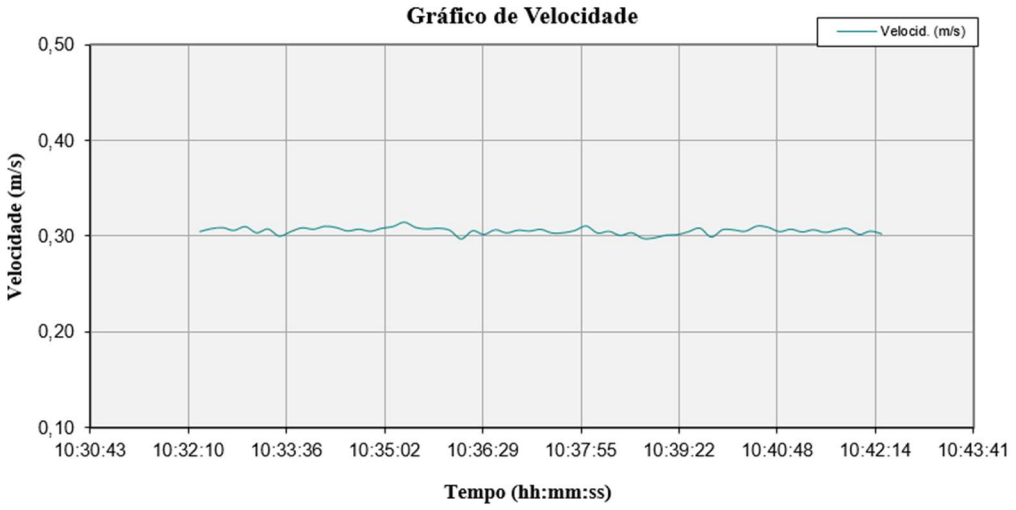
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-139. Medição de Vazão – Poço Andes.



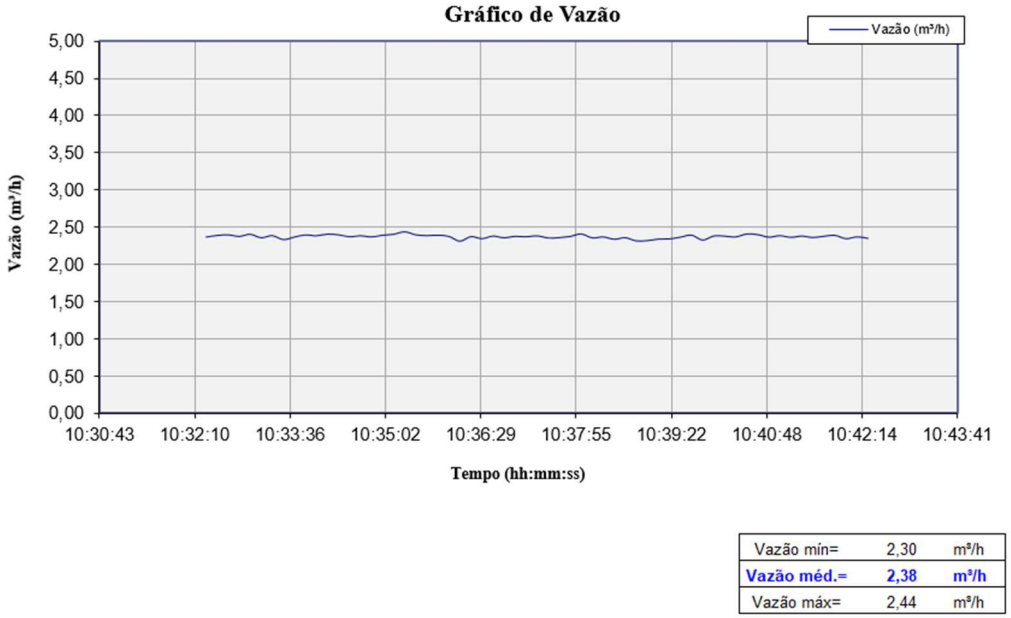
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-140. Gráfico de velocidade (Medição 34).



Vel. Mínima=	0,30	m/s
Vel. Média=	**0,31**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,31	m/s

Figura 3-141. Gráfico de vazão (Medição 34).



Vazão mín=	2,30	m³/h
Vazão méd.=	2,38	m³/h
Vazão máx=	2,44	m³/h

3.1.38 Medição 35 – Reservatório Andes

- Função: Abastecimento do distrito Andes
- Diâmetro: 100 mm
- Material: Aço
- Data: 22/05/2024

Figura 3-142. Vista do local de medição de vazão – Reservatório Andes.



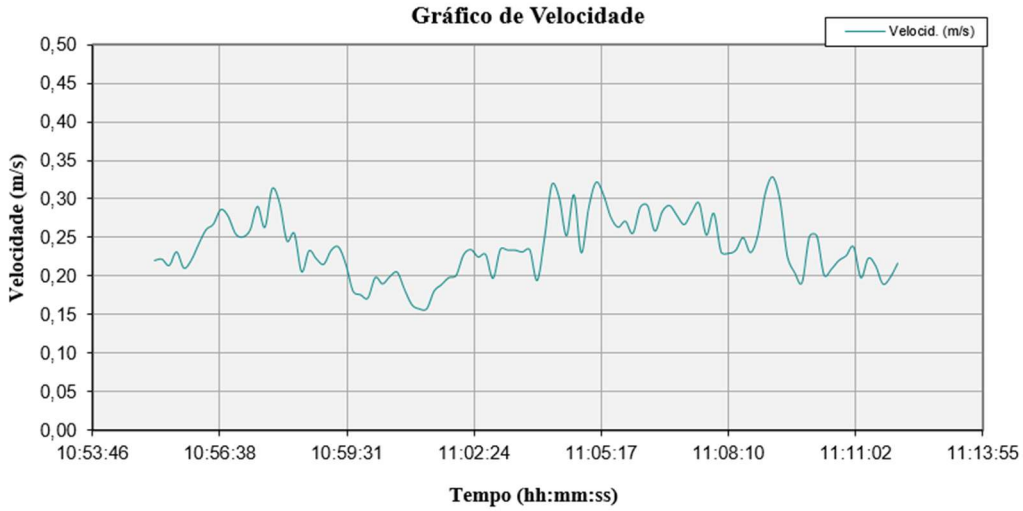
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-143. Medição de Vazão – Reservatório Andes.



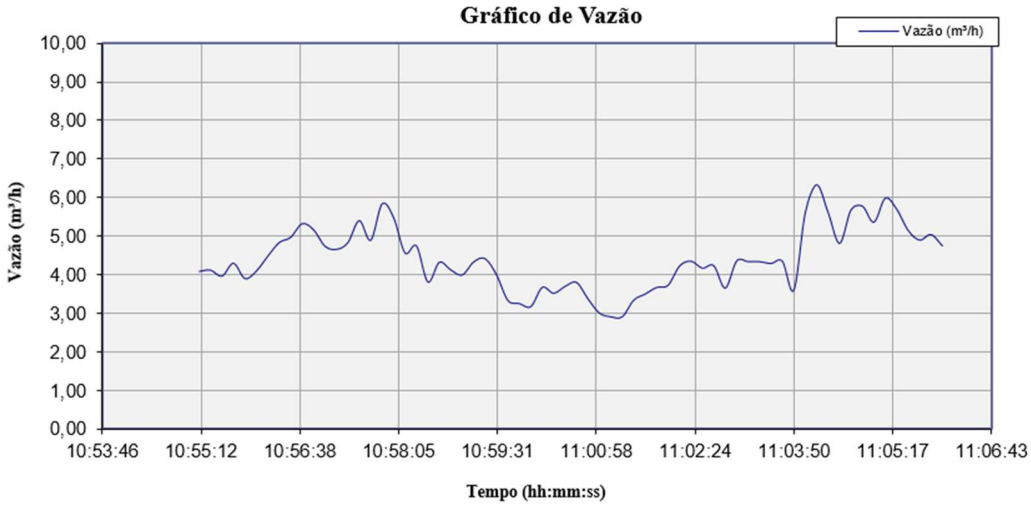
Fonte: NOVAES, 2024

Figura 3-144. Gráfico de velocidade (Medição 35).



Vel. Mínima=	0,16	m/s
Vel. Média=	**0,24**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,33	m/s

Figura 3-145. Gráfico de vazão (Medição 35).



Vazão mín=	2,91	m³/h
Vazão méd.=	**4,47**	**m³/h**
Vazão máx=	6,32	m³/h

No anexo 3-1 é apresentado o esquema hidráulico do sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro.

4. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Para a execução desta atividade, foram realizadas visitas em todas as unidades de captação, produção e reservação de água do município, juntamente com uma equipe técnica do SAAEB (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Bebedouro), para auxiliar no entendimento do funcionamento do sistema de abastecimento de água.

O sistema de abastecimento de água de Bebedouro/SP, é composto por duas (02) captações de água, duas (02) estações de tratamento de água, trinta e dois (32) poços de captação de água subterrânea e quarenta (40) reservatórios de água tratada.

A seguir é apresentada a Tabela 4-1 contendo todas as unidades operacionais e em seguida o descritivo das mesmas.

Tabela 4-1. Unidades Operacionais Bebedouro/SP.

Unidade	**Identificação**
Captações	Captação Córrego da Consulta
	Captação Córrego do Retiro
Estações de Tratamento de Água	ETA 01
	ETA 02
Poços de Captação de Água Subterrânea	Pocinho ETA 01
	Poço ETA 02 Velho
	Poço ETA 02 Novo
	Poço São Carlos
	Poço FECCIB
	Poço Tropical Velho
	Poço Tropical Novo
	Poço Botafogo Posto
	Poço Botafogo Campo
	Poço Júlia Velho
	Poço Júlia Novo
	Poço de Andes
	Poção Pedro Paschoal
	Poço Desativado Pedro Paschoal
	Poço Pedro Paschoal e Booster

Tabela 4-1. Unidades Operacionais Bebedouro/SP.

Unidade	Identificação
Poços de Captação de Água Subterrânea	Poço Turvínia Praça
	Poço Turvínia
	Poço Elizabeth
	Poço Santaella
	Poço Europa
	Poço Jordana Velho
	Poço Jordana Novo
	Poço Boa Vista
	Poço SetJardim
	Poço Souza Lima
	Poço Cláudia
	Poço Primavera
	Pocinho Sanderson
	Poção Sanderson
	Poço do Progresso
	Poço de Areias
	Poço Portal do Lago 02
Reservatórios de Água Tratada	Reservatório Torre ETA 01
	Reservatório Serviço ETA 02
	Reservatório 1.000m³ ETA 02
	Reservatório São Carlos ETA 02
	Reservatório 2.000m³ ETA 02
	Reservatório Caixa I ETA 01
	Reservatório Caixa II ETA 01
	Reservatório Almoxarifado ETA 01
	Reservatório Serviço ETA 01
	Reservatório Centro
	Reservatório Tropical Alto/Baixo
	Reservatório Sanderson
	Reservatório Progresso Elevado

Tabela 4-1. Unidades Operacionais Bebedouro/SP.

Unidade	Identificação
Reservatórios de Água Tratada	Reservatório Progresso Alto/Baixo
	Reservatório Cláudia Alto/Baixo
	Reservatório Primavera
	Reservatório Rassim Dibe
	Reservatório 2.000m³ Pedro Paschoal
	Reservatório 01
	Reservatório 02
	Reservatório 03
	Reservatório Turvínia
	Reservatório Jardim Itália
	Reservatório Souza Lima
	Reservatório SetJardim
	Reservatório Botafogo
	Reservatório Botafogo Campo
	Reservatório Elizabeth
	Reservatório Júlia
	Reservatório Jordana 1.000m³
	Reservatório Jordana 500m³
	Reservatório Jordana Alto/Baixo
	Reservatório Centenário
	Reservatório Boa Vista Alto/Baixo
	Reservatório Torres Gêmeas
	Reservatório FECCIB
	Reservatório Europa
	Reservatório Portal do Lago 02
	Reservatório Andes
	Reservatório Areias

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A localização das unidades operacionais que contemplam o sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro é apresentada da Figura 4-1 até a Figura 4-12.

Figura 4-1 Localização das Unidade Operacionais (Captações).



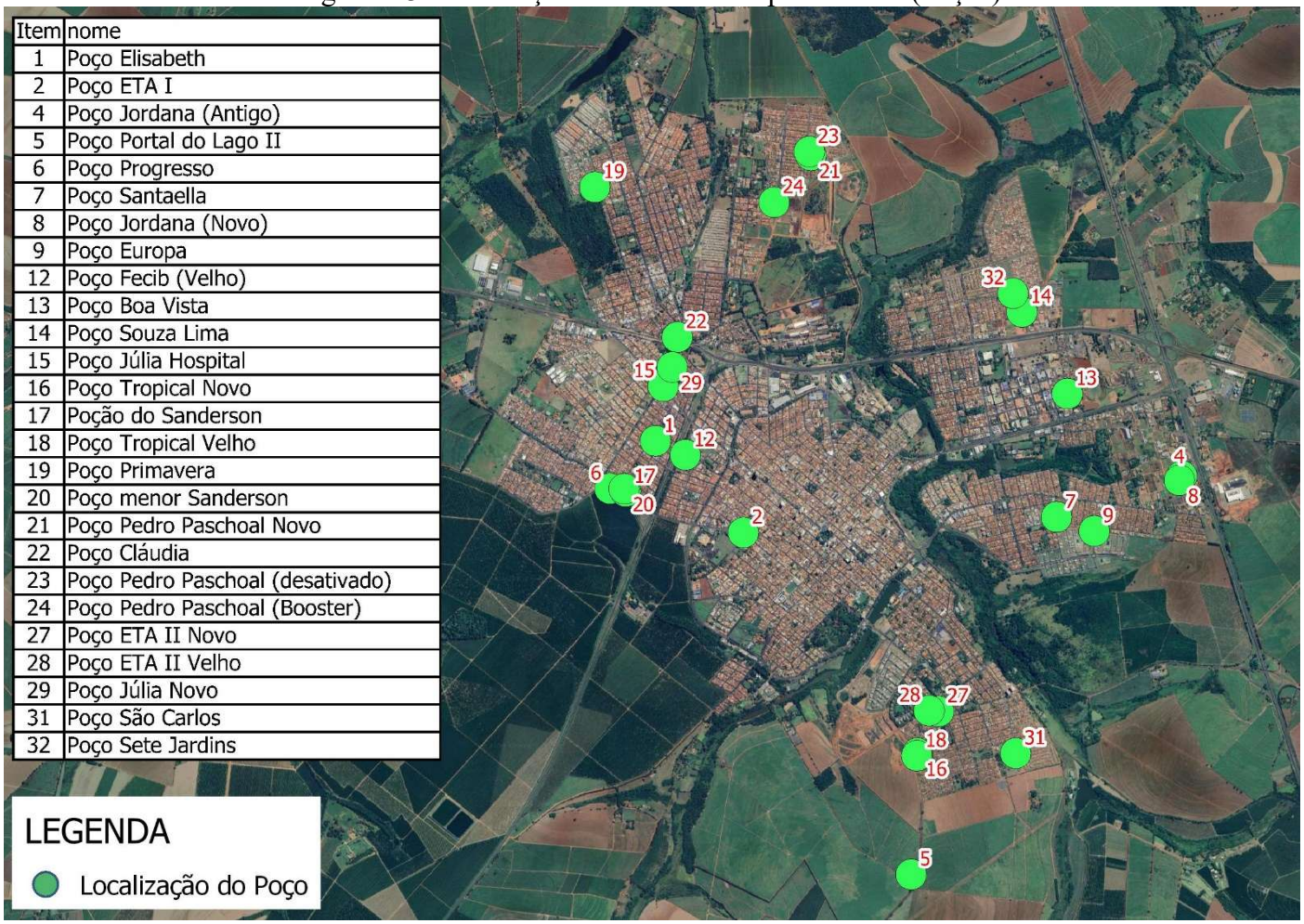
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-2. Localização das Unidade Operacionais (ETAS).



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

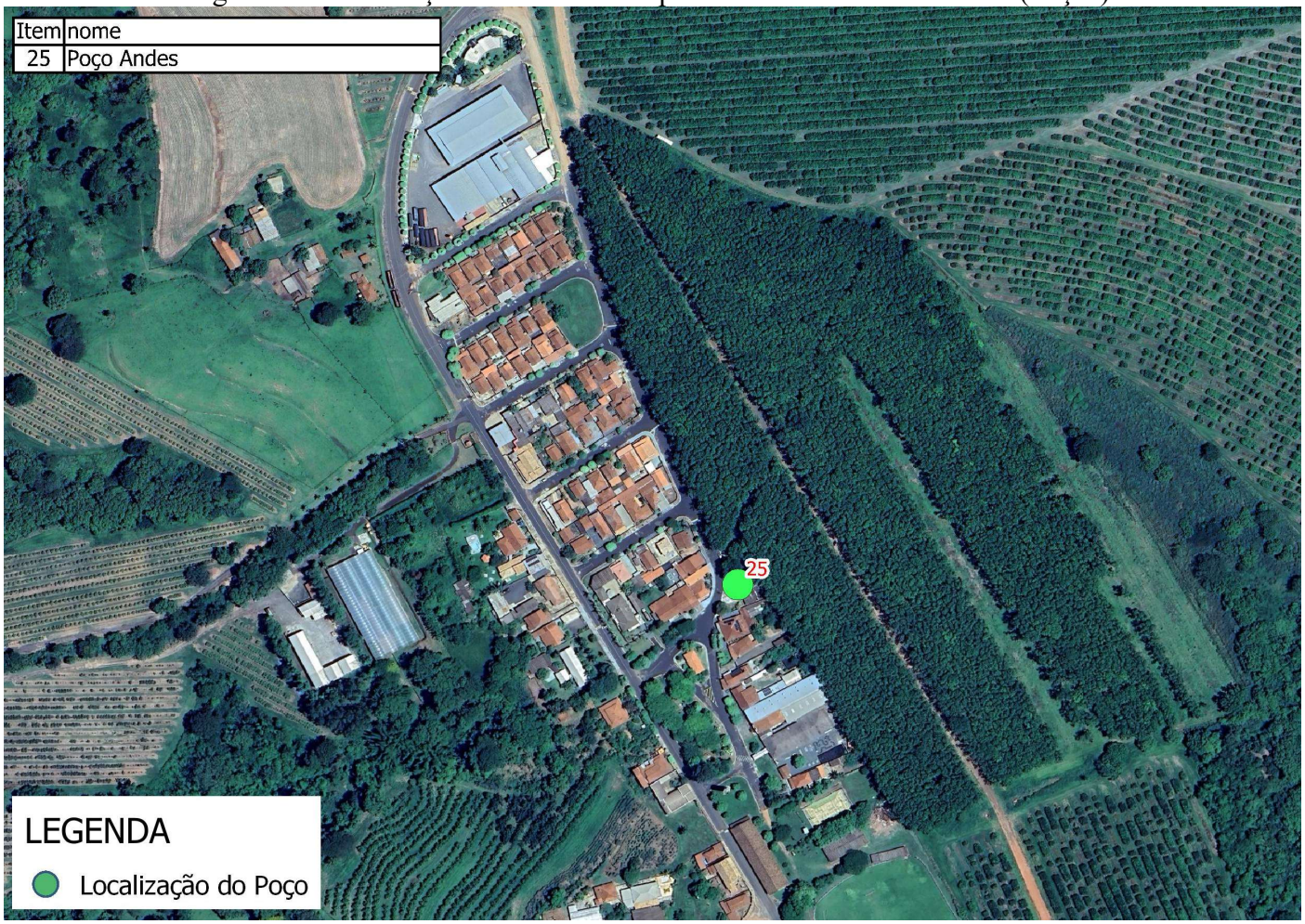
Figura 4-3 Localização das Unidades Operacionais (Poços).



Item	nome
1	Poço Elisabeth
2	Poço ETA I
4	Poço Jordana (Antigo)
5	Poço Portal do Lago II
6	Poço Progresso
7	Poço Santaella
8	Poço Jordana (Novo)
9	Poço Europa
12	Poço Fecib (Velho)
13	Poço Boa Vista
14	Poço Souza Lima
15	Poço Júlia Hospital
16	Poço Tropical Novo
17	Poção do Sanderson
18	Poço Tropical Velho
19	Poço Primavera
20	Poço menor Sanderson
21	Poço Pedro Paschoal Novo
22	Poço Cláudia
23	Poço Pedro Paschoal (desativado)
24	Poço Pedro Paschoal (Booster)
27	Poço ETA II Novo
28	Poço ETA II Velho
29	Poço Júlia Novo
31	Poço São Carlos
32	Poço Sete Jardins

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-4 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Andes (Poços).



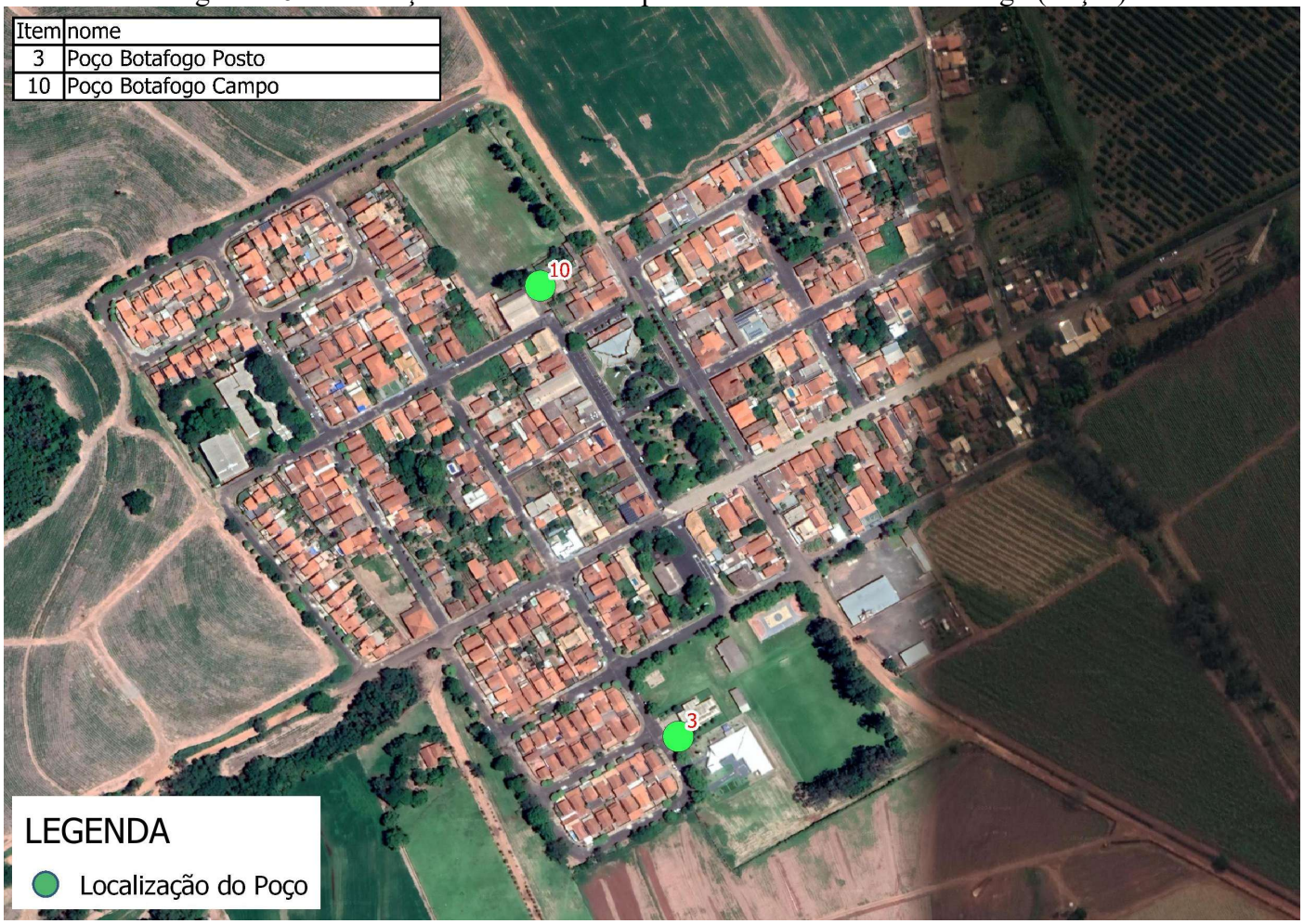
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-5 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Areias (Poços).



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-6 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Botafogo (Poços).



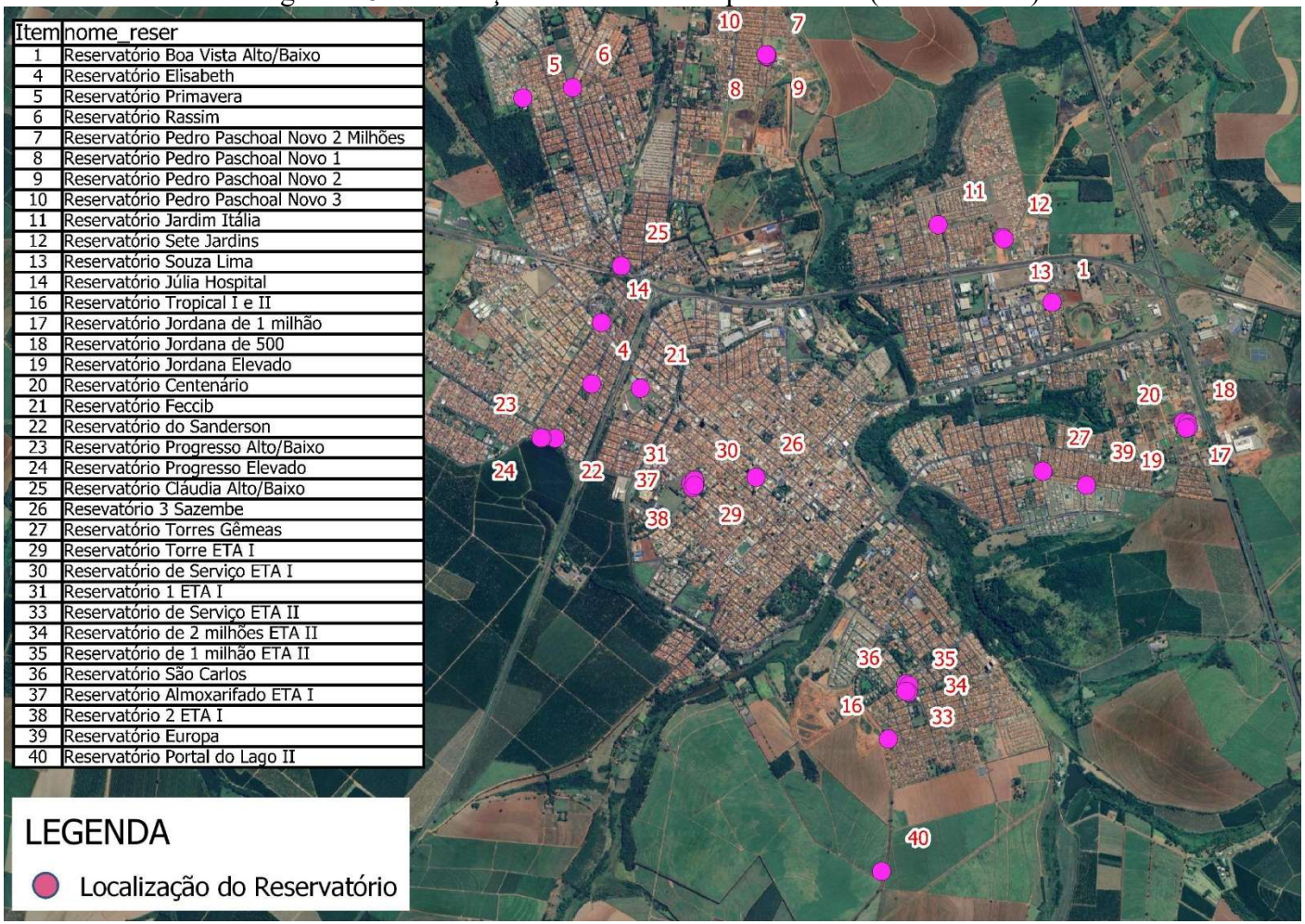
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-7 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Turvínia (Poços).



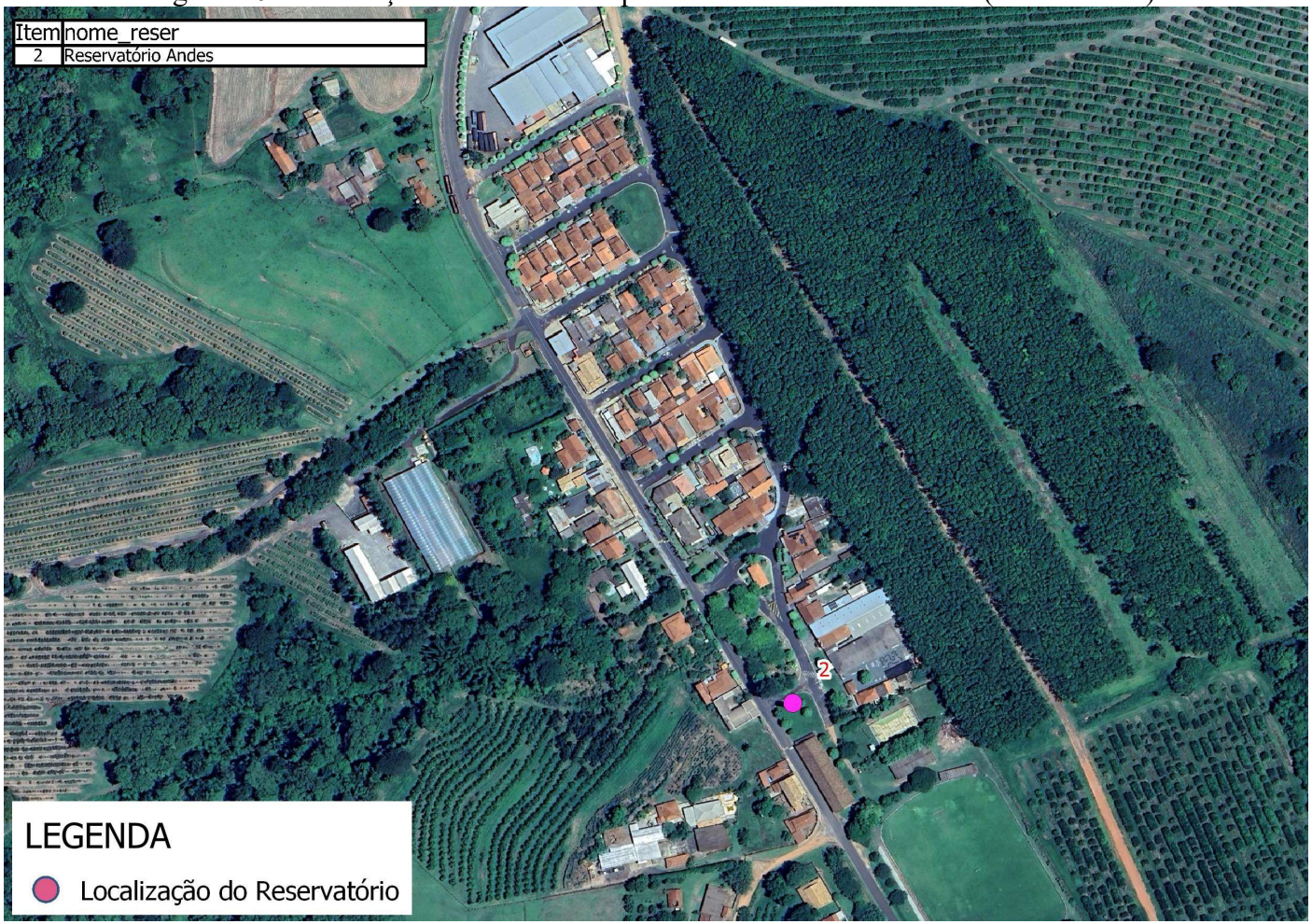
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-8 Localização das Unidades Operacionais (Reservatório).



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-9 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Andes (Reservatório).



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-10 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Areias (Reservatório).



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-11 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Botafogo (Reservatório).



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-12 Localização das Unidades Operacionais Distrito de Turvínia (Reservatório).



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.1 CAPTAÇÕES

4.1.1 Captação Córrego da Consulta – CAP 01

Uma das captações de água bruta do município de Bebedouro é realizada no Córrego da Consulta e está localizada na rua José Biancardi Neto. A captação de água bruta funciona da seguinte forma: há uma barragem para a elevação do nível de água e por meio de um canal a água é captada por gravidade e direcionada até os pontos onde os conjuntos motor-bombas realizam a sucção. Vale ressaltar que em épocas de escassez de água as comportas da barragem são abertas e um conjunto motor-bomba que recalca água bruta do córrego para o canal de captação de água por meio de uma tubulação de Ø150mm de DeFoFo.

Na CAP 01, existem dois (02) conjuntos motor-bombas. Salienta-se que a operação é feita no sistema 1+1, onde um conjunto atua, enquanto o outro fica como reserva, não operando simultaneamente.

No poço de sucção há redes de peneiramento manual evitando assim a entrada de sujeiras nas bombas. Os conjuntos motor-bombas realizam a sucção por uma tubulação de Ø300mm e realizam o recalque de água bruta até a Estação de Tratamento 01 (ETA 01), por meio de uma tubulação de Ø350mm de aço e ferro fundido, salienta-se a existência de macromedidor de vazão no recalque da captação.

Importante destacar a existência de vazamento em um dos registros da tubulação de recalque.

Os painéis elétricos dos conjuntos motor-bombas encontram-se em estado regular de conservação. Um dos painéis possui soft starter, enquanto o outro possui inversor de frequência, possibilitando assim, variar a rotação da bomba. Destaca-se que os acionamentos dos conjuntos são realizados de forma manual.

Na captação, possui operador 24 horas por dia (sendo turno de 12/36) e sistemas de segurança, composto por câmeras e alarmes. O local possui transformador e é cercado com alambrado.

Na sequência, da Figura 4-13 a Figura 4-34, é ilustrado a captação de água bruta (CAP 01) do município de Bebedouro.

Figura 4-13. Vista Córrego da Consulta



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-14 Vista Córrego da Consulta



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-15 Vista Casa de abrigo do conjunto motor-bomba



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-16 Vista Conjunto motor-bomba de recalque do córrego



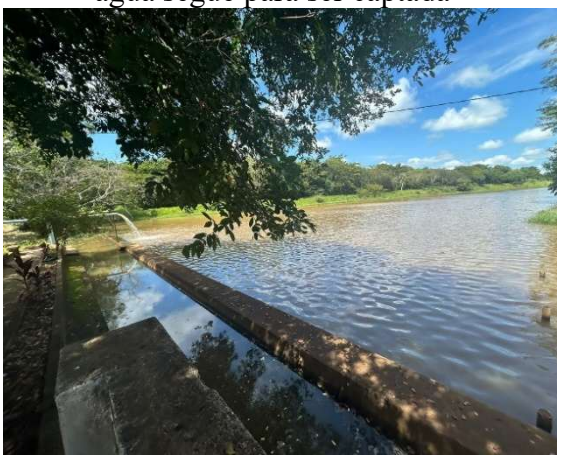
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-17. Vista tubulação de recalque do córrego para a captação



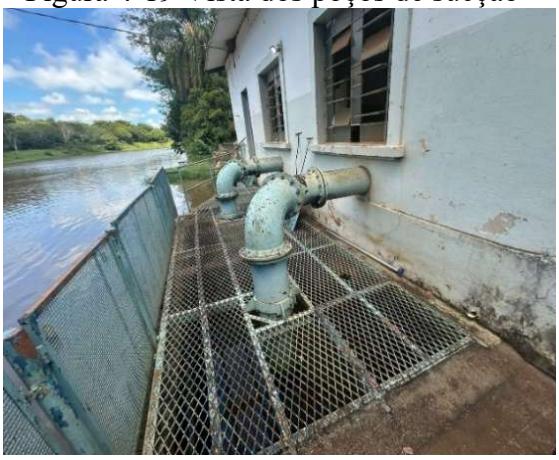
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-18 Vista do canal por onde a água segue para ser captada



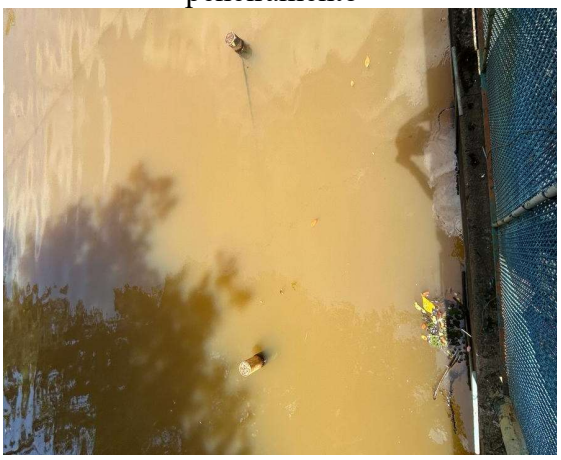
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-19 Vista dos poços de sucção



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-20 Vista sistema de peneiramento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-21 Vista dos conjuntos motor-bombas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-22 Vista painéis elétricos dos conjuntos motor-bombas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-23 Vista painel elétrico do conjunto motor-bomba 01



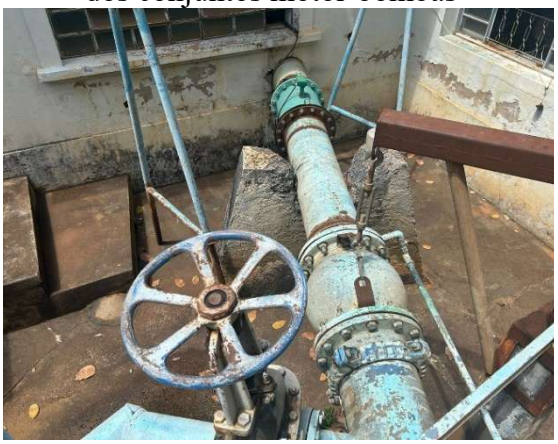
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-24 Vista painel elétrico do conjunto motor-bomba 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-25 Vista tubulação de recalque dos conjuntos motor-bombas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-26 Vista tubulação de recalque dos conjuntos motor-bombas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-27 Vista macromedidor de vazão Ø350mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-28 Vista display macromedidor de vazão



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-29. Vista vazamento no registro da tubulação de recalque



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-30 Vista sistema de monitoramento por câmeras



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-31 Vista do monitoramento por câmeras



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-32 Vista da entrada da captação CAP 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-33 Vista portão de acesso da captação CAP 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-34 Vista portão de acesso da captação CAP 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.1.2 Captação Córrego do Retiro – CAP 02

A segunda captação de água bruta do município de Bebedouro, é realizada no Córrego do Retiro e está localizada na Rua Variante Lourenço Santin. A captação de água bruta se dá da seguinte forma: há uma barragem para elevação do nível de água e por meio de um canal a água é captada por gravidade e direcionada até o poço onde os conjuntos motor-bombas realizam a sucção.

Na CAP 02, existem dois (02) conjuntos motor-bombas, seu funcionamento se dá pelo acionamento de uma das bombas deixando a outra como reserva, intercalando cada semana o funcionamento das bombas, destaca-se que o conjunto motor-bomba 02 possui uma vazão maior do que o conjunto motor-bomba 01. Os dois conjuntos realizam o

recalque da água bruta até a Estação de Tratamento ETA 02 (ETA 02), por meio de uma tubulação de Ø350mm e Ferro Fundido.

Os painéis elétricos dos conjuntos motor-bombas encontram-se em estado regular de conservação e possui soft starter.

Com o objetivo de aumentar a eficiência energética do sistema, recomenda-se a implantação de inversores de frequência para acionamento das bombas. Destaca-se que os acionamentos dos conjuntos são realizados de forma manual, acarretando riscos aos operadores.

Vale ressaltar a existência de macromedidor na tubulação de recalque da captação, porém não foi possível a visualização do mesmo, uma vez que o abrigo do equipamento possuía tampa em concreto, impossibilitando a retirada manualmente.

Na captação, possui operador 24 horas por dia (sendo turno de 12/36), sistemas de segurança, composto por câmeras e alarme. O local é dotado de alambrado e arame farpado.

Problemas identificados:

- As comportas possuem corrosões devido ao tempo, dificultando o manuseio dos operadores;
- No canal onde é realizada a captação de água, não apresenta grade de proteção e nem guarda-corpo;
- Falta de iluminação na parte externa da casa de bombas;
- Foi relatado problemas com enchentes quando há grandes volumes de chuva.

Na sequência, da Figura 4-35 até a Figura 4-54 é ilustrado a captação de água bruta (CAP 02) do município de Bebedouro.

Figura 4-35. Vista Córrego do Retiro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-36 Vista Córrego do Retiro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-37 Comportas do canal da água bruta captada



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-38 Vista frontal dos poços de sucção



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-39 Vista dos poços de sucção



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-40 Vista dos poços de sucção



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-41 Vista dos conjuntos motor-bombas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-42 Vista dos conjuntos motor - bombas



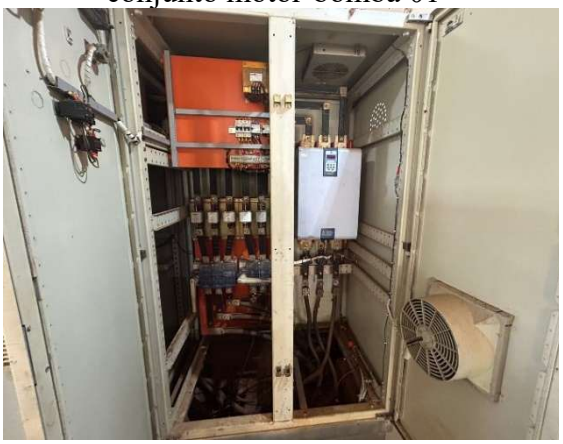
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-43 Vista painéis elétricos dos conjuntos motor-bombas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-44 Vista painel elétrico dos conjunto motor-bomba 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-45 Vista painel elétrico do conjunto motor-bomba 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-46 Vista display macromedidor de vazão



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-47 Vista da possível caixa de abrigo macromedidor



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-48 Vista do sistema de monitoramento por câmeras



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-49 Vista do sistema de monitoramento por câmeras



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-50 Vista da cozinha dos operadores da captação



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-51. Vista do banheiro para os operadores da captação



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-52 Vista do local de abrigo para os operadores da captação



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-53 Vista da marcação de alagamento da captação



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-54 Vista da entrada da captação CAP 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

4.2.1 Estação de Tratamento de Água 01 (ETA 01), Reservatório Torre ETA 01, Reservatório Caixa I ETA 01, Reservatório Caixa II ETA 01, Reservatório Almoxarifado ETA 01, Reservatório Serviço ETA 01 e Pocinho ETA 01.

A Estação de Tratamento de Água 01 (ETA 01), existente no município de Bebedouro localiza-se na Rua Cel. Joaquim José de Lima nº1016.

No local, além da Estação de Tratamento de Água, possui um (01) reservatório elevado, que está denominado no presente relatório por Reservatório Torre ETA 01, quatro (04) reservatórios semienterrados que estão denominados no presente relatório por reservatório Caixa I ETA 01, reservatório Caixa II ETA 01, reservatório Almoxarifado ETA 01, reservatório Serviço ETA 01 e um (01) poço que está denominado Pocinho ETA 01.

A água bruta chega até a Estação de Tratamento vindo diretamente da captação 01 localizada no Córrego da Consulta, por meio de uma adutora de Ø350mm em ferro fundido. Vale ressaltar a não existência de macromedidor na tubulação de chegada da ETA 01, impossibilitando assim a identificação de perdas de água durante o trajeto da adutora. Portanto, recomenda-se a instalação de um (01) macromedidor de vazão na tubulação de chegada, para que seja possível realizar um comparativo com a leitura apresentada pelo macromedidor existente na saída da captação.

A ETA 01 é do tipo convencional, constituída por mistura rápida, Calha Parshall, Floculadores Mecânicos, Decantadores e Filtros.

Ao entrar na ETA 01, a água bruta passa pela Calha Parshall, onde é realizado a aplicação de tanino, que é um coagulante que auxilia o trabalho dos floculadores. A partir disso, a água bruta segue para os floculadores responsáveis pela etapa de floculação, ou seja, onde as partículas suspensas aglomeram-se e dão origem aos flocos que serão removidos na etapa seguinte. A Estação de Tratamento de água 01 é composta por quatro (04) módulos de floculação, porém, estão em operação apenas três (03), já que o quarto foi desativado devido a não necessidade no processo. Após a aglutinação dos flocos, a água segue para a fase de decantação, onde será removido as partículas sólidas geradas após a fase de floculação. Na saída dos decantadores há a aplicação de cloro. Por fim, a água já tratada passa pelos filtros, seguindo para a aplicação de flúor e econox, posteriormente, a água tratada é destinada aos reservatórios Torre ETA 01, reservatório Caixa II ETA 01 e reservatório Almoxarifado ETA 01.

Segundo a equipe técnica do SAAEB, é utilizado um reservatório convencional para reservar água que, posteriormente, será utilizada para a limpeza dos decantadores e filtros. A lavagem dos decantadores é realizada uma (01) vez por semana, já os filtros são limpos duas (02) vezes por semana.

Todo o lodo proveniente da limpeza, é despejado no lago da cidade, sem receber, previamente, nenhum tipo de tratamento.

As descargas dos filtros estão danificadas resultando em um vazamento de água tratada 24 horas por dia.

Segundo informações repassadas pela equipe técnica do SAAEB, há uma vazão média diária de 124 l/s, operando cerca de 20 horas diárias.

A ETA 01 é dotado de um laboratório onde são realizadas algumas análises químicas, como cor, turbidez, cloro, flúor e PH.

O Reservatório Torre ETA 01 é de concreto, possuindo uma capacidade de armazenamento de 300m³, o seu abastecimento é realizado através de dois (02) conjuntos motor-bombas B05 e B06, que recebem água proveniente dos reservatório Caixa I ETA 01 e reservatório Caixa II ETA 01 por uma tubulação de Ø150mm de ferro fundido.

Com relação a saída, o reservatório Torre ETA 01 abastece o reservatório Serviço ETA 01 por uma tubulação de Ø150mm em ferro fundido, além dos bairros Jardim Ciranda e Jardim Paraiso, por duas (02) tubulações de Ø250mm em ferro fundido.

Os reservatório Caixa I ETA 01, reservatório Caixa II ETA 01 e reservatório Almoxarifado ETA 01, são de alvenaria e possuem uma capacidade de armazenamento de 930m³, 930m³ e 1270m³, respectivamente. Os reservatório Caixa I ETA 01 e reservatório Almoxarifado ETA 01, recebem água diretamente da ETA 01, enquanto o RSE- 03 recebe água proveniente do Pocinho ETA 01.

Os reservatório Caixa I ETA 01 e reservatório Caixa II ETA 01 possuem tubulações de saída interligadas e recalcam água tratada através de dois (02) conjuntos motor-bombas B01 e B02 para o Centro e para o bairro Jardim Progresso, por meio de duas tubulações de Ø250mm em DeFoFo.

Já o reservatório Almoxarifado ETA 01 conta com dois (02) conjuntos motor-bombas B03 e B04 para realizarem o recalque para o sistema do poção e para o Centro, por meio de uma tubulação de Ø200mm em DeFoFo.

O acionamento dos conjuntos motor-bombas existentes na ETA 01 são realizados de forma manual, não possuindo telemetria.

Os painéis elétricos dos conjuntos motor-bombas encontram-se em estado regular de conservação, porém, nenhum possui inversor de frequência, não possibilitando variar a rotação da bomba e como consequência não é possível ajustar a quantidade de água bombeada.

Por fim, o Reservatório Serviço ETA 01, que trata-se de um reservatório de serviço da ETA 01, sua estrutura é de alvenaria e possui capacidade de armazenamento de 700m³. Seu abastecimento é realizado através de uma tubulação de Ø150mm em ferro fundido, proveniente do reservatório Torre ETA 01.

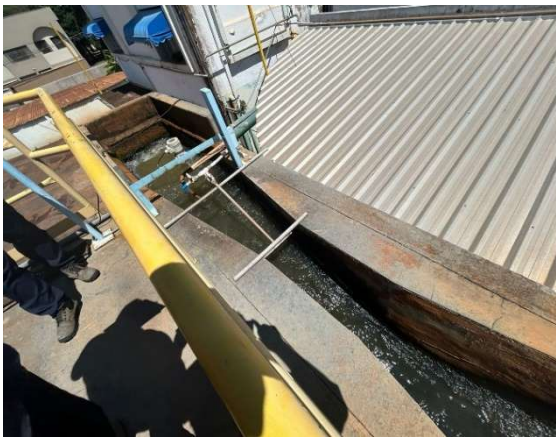
O Pocinho ETA 01 recalca água por meio de uma tubulação de Ø50mm em Aço para o reservatório Caixa II ETA 01. Destaca-se que o poço em questão possui válvula de retenção de Ø50mm, tubete de medição de nível, sua laje sanitária se encontra em um bom estado de conservação e possui um medidor de vazão de Ø50mm.

O tratamento de água do Pocinho ETA 01 ocorre através de pastilha onde sua composição é de cloro e flúor, além disso são realizadas análise da qualidade da água diariamente.

Ressalta-se que todo o complexo da ETA 01 possui fechamento em alvenaria, apresenta sistema de monitoramento via câmeras, alarmes perimetrais e vigilância 24 horas por dia.

Na sequência das Figura 4-55 até a Figura 4-88 são ilustrados a Estação de Tratamento de Água 01, o reservatório Torre ETA 01, reservatório Caixa I ETA 01, reservatório Caixa II ETA 01, reservatório Almoxarifado ETA 01, reservatório Serviço ETA 01 e o Pocinho ETA 01.

Figura 4-55 Vista da chegada da água bruta e a Calha Parshall



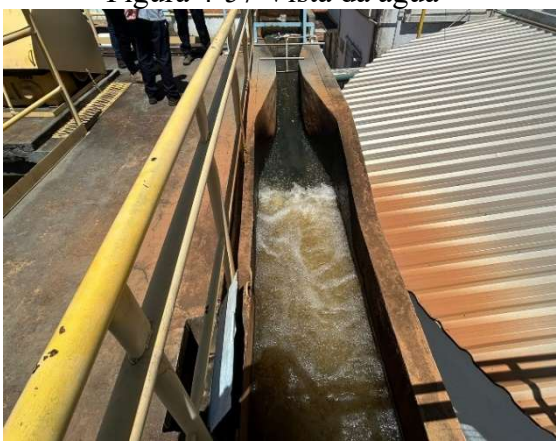
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-56 Vista do sistema de aplicação de Tanino



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-57 Vista da água



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-58 Vista floculador 1



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-59. Vista floculador 2



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-60 Vista floculador 3



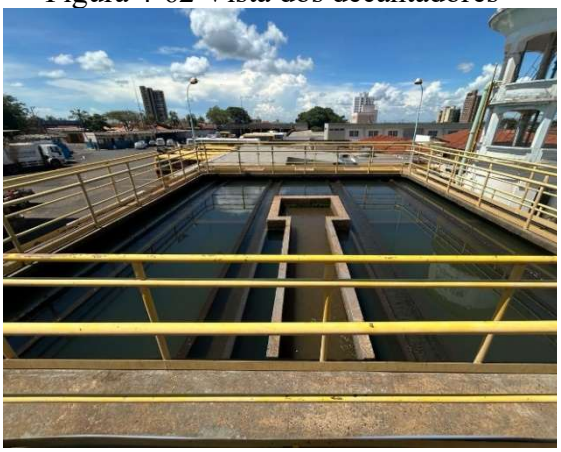
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-61 Vista floculador 4 sem operação, funcionando como um pré-decantador



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-62 Vista dos decantadores



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-63 Vista aplicação de cloro na saída dos decantadores



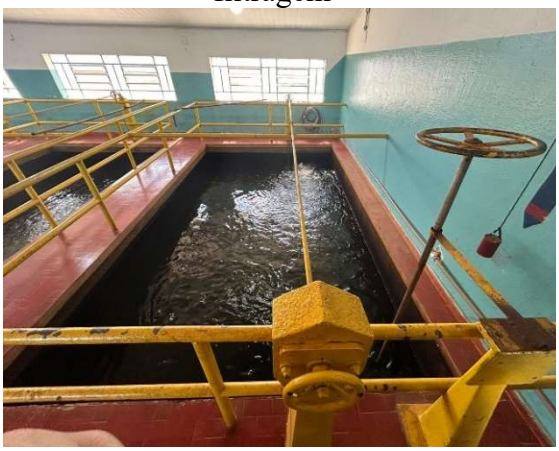
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-64 Vista da tubulação de água percorre dos decantadores até os filtros



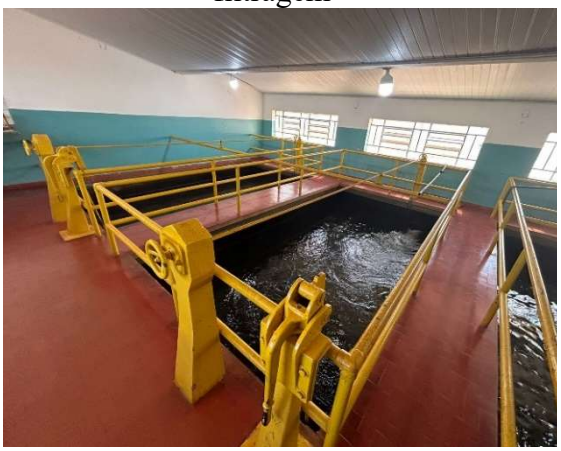
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-65 Vista do tanque 01 de filtragem



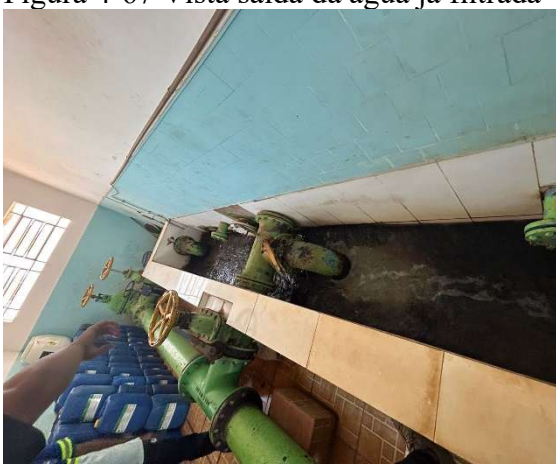
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-66 Vista dos tanques 01 e 02 de filtragem



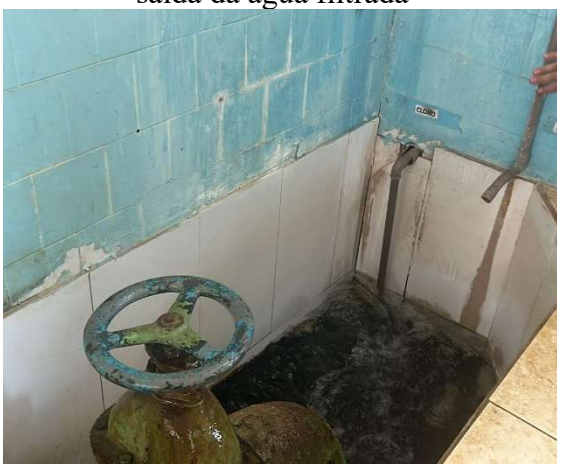
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-67 Vista saída da água já filtrada



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-68 Dosagem de cloro e flúor na saída da água filtrada



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-69 Dosagem de econox



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-70 Armazenamento de econox



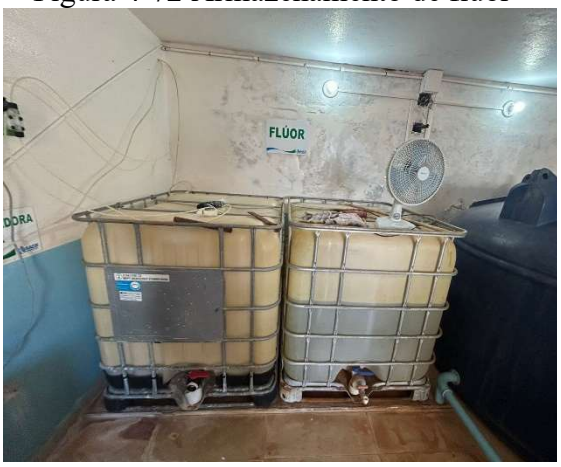
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-71. Armazenamento de cloro e econox



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-72 Armazenamento de flúor



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-73 Vista laboratório existente ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-74 Vazamento proveniente da descarga dos filtros (vazamento 24 horas/dia)



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-75. Vazamento do reservatório de retro lavagem



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-76 Vista do reservatório Torre ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-77 Vista casa de bombas do reservatório Torre ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-78 Conjuntos motor-bombas para alimentação do reservatório Torre ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-79. Vista do reservatório Caixa I ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-80 Vista do reservatório Caixa II ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-81 Vista lateral do reservatório Almoxarifado ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-82 Conjuntos motor-bombas B01 e B02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-83 Vista dos conjuntos motor-bombas B03 e B04 que recalcam água para o Sistema de Poção e Centro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-84 Vista da casa de bombas dos reservatório Caixa I ETA 01, reservatório Caixa II ETA 01 e reservatório Almoxarifado ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-85 Vista do Pocinho ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-86 Vista do macromedidor



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-87 Vista do painel elétrico fechado do Pocinho ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-88 Vista do painel elétrico aberto do Pocinho ETA 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.2.2 Estação de Tratamento de Água 02, Reservatório Serviço ETA 02, Reservatório 2.000m³ ETA 02, Reservatório 1.000m³ ETA 02 e Reservatório São Carlos ETA 02 e Poço ETA 02 Velho e Poço ETA 02 Novo

A Estação de Tratamento de Água 02 (ETA 02) localiza-se na Avenida da Justiça. Além da Estação de Tratamento de Água, existe um (01) reservatório elevado, um (01) reservatório enterrado e dois (02) reservatórios apoiados, que foram denominados no presente relatório como reservatório Serviço ETA 02, reservatório 2.000m³ ETA 02, reservatório 1.000m³ ETA 02 e reservatório São Carlos ETA 02, respectivamente. Também existem dois (02) poços na Estação de Tratamento de Água 02 denominados Poço ETA 02 Velho e poço ETA 02 Novo.

A água bruta proveniente da captação localizada no Córrego do Retiro (CAP 02) chega até a Estação de Tratamento de Água 02 por meio de uma adutora em Ferro Fundido com Ø350mm. Não é utilizado a calha Parshall para a medição de vazão, mas baseiam- se no macromedidor da captação (CAP 02). Recomenda-se a instalação de um (01) macromedidor na tubulação de chegada, para que seja possível realizar um comparativo da vazão que sai da captação com a vazão que chega na ETA 02, para identificação de possíveis perdas no percurso.

Ao entrar na ETA 02 a água bruta passa pela Calha Parshall, onde é realizada a pré-cloração, através da utilização de cloro e policloreto de alumínio (PAC). A partir disso, a água bruta segue para os floculadores, responsáveis pela etapa de floculação, ou seja, onde as partículas suspensas aglomeram-se e dão origem aos flocos que serão removidos na etapa seguinte. A Estação de Tratamento de Água 02 é composta por quatro (04) módulos de floculação. Após a aglutinação dos flocos, a água segue para a fase de decantação, onde existem dois (02) decantadores. Ambos os decantadores, são responsáveis pela remoção das partículas sólidas geradas após a fase de floculação. Por fim, a água chega até os três (03) filtros existentes, onde será realizada a remoção das partículas que restarem no processo. Após as etapas citadas, a água já tratada passa pela aplicação de cloro, flúor e ortopolisfosfato, antes de serem encaminhadas ao reservatório 2.000m³ ETA 02.

Segundo a equipe técnica do SAAEB, as comportas existentes nos decantadores e filtros não realizam a vedação de forma adequada, havendo vazamentos ao serem fechados. Vale salientar a existência de cinco (05) comportas apresentando as

problemáticas citadas e, visando uma melhor operação do sistema, recomenda-se a substituição das comportas.

Houveram apontamentos pela equipe técnica do SAAEB com relação a vazamentos no registro de Ø300mm localizado na tubulação de saída de água tratada e no registro de Ø200mm localizado na tubulação de retrolavagem. Pode-se visualizar a partir da Figura 4-112, Figura 4-113 e Figura 4-114 o vazamento de um volume significativo de água. Segundo a equipe técnica do SAAEB, foram realizadas coletas de amostras e realizados testes laboratoriais que comprovam que a água é tratada, porém, não foi possível identificar de qual parte do processo se dá essa perda. Sugere-se que seja realizada a contratação de uma empresa especializada para realização de estudos e testes para identificação e reparo do vazamento.

A ETA 02 possui operador 24 horas diárias, a entorno encontra-se em bom estado de conservação, sendo dotada de alambrado e portão para controle de acesso.

No local, existe um espaço destinado ao armazenamento de produtos químicos e a produção de hipoclorito de sódio, através do Hidrogeron.

O reservatório 2.000m³ ETA 02 é fabricado em concreto armado, com formato retangular e possui capacidade de armazenamento de 2.000m³.

Com relação as tubulações de chegada, o reservatório em questão possui três (03) tubulações. A primeira tubulação é oriunda do recalque do poço ETA 02 Novo, em Defofo e diâmetro de Ø150mm. A segunda tubulação de chegada possui diâmetro de Ø250mm, em ferro fundido, proveniente do tratamento da ETA 02. Por fim, a terceira tubulação de chegada é oriunda do reservatório 1.000m³ ETA 02 e possui diâmetro de Ø100mm em PVC.

Quanto a tubulação de saída, o reservatório em questão possui cinco (05) tubulações. A primeira tubulação é utilizada para alimentação do reservatório Serviço ETA 02, em ferro fundido e diâmetro de Ø200mm. A segunda tubulação abastece o reservatório São Carlos ETA 02, material em Defofo e diâmetro de Ø150mm. A terceira é de ferro fundido com diâmetro de Ø150mm e tem como objetivo abastecer o reservatório Tropical Alto/Baixo. A quarta tubulação possui diâmetro de Ø150mm em ferro fundido, com o objetivo de abastecer a ETA 01 e o bairro Centenário. Por fim, a última tubulação em ferro fundido e diâmetro de Ø250mm abastece a zona sul e leste da cidade.

Ressalta-se que apenas a tubulação de saída de Ø250mm, responsável por abastecer a Zona Sul e Leste trabalham por gravidade, as demais, são redes pressurizadas através de conjuntos moto-bombas.

Existem sete (07) conjuntos motor-bombas responsáveis por essa distribuição, B01, B02, B03, B04, B05, B06 e B07.

O conjunto B01 possui uma bomba IMBIL ITAP 150-400 com altura manométrica de 70 mca e vazão de 300 m³/h e um motor GE de 150 CV com 1775 RPM.

O conjunto B02 possui uma bomba IMBIL INI 65-200 com altura manométrica de 18 mca e um motor WEG de 6 CV com 1745 RPM.

O conjunto B03 possui uma bomba IMBIL ITAP 150-400 com altura manométrica de 70 mca e vazão de 300 m³/h e um motor GE de 150 CV com 1775 RPM.

O conjunto B04 possui uma bomba IMBIL ITAP 125-500/2 com altura manométrica de 90 mca e vazão de 180 m³/h e um motor WEG de 100 CV com 1775 RPM.

O conjunto B05 possui uma bomba IMBIL ITAP 125-500/2 com altura manométrica de 90 mca e vazão de 180 m³/h e um motor US MOTORS de 100 CV com 1800 RPM

Os conjuntos B06 e B07 possuem bombas da marca ITAP e motores da marca WEG.

A Tabela 4-2 apresenta um resumo das características do sistema de bombeamento supracitado.

Tabela 4-2. Resumo dos conjuntos motor-bomba

Bomba	Características
B01	Bomba: Imbil ITAP 150-400
	Altura Manométrica: 70mca
	Vazão: 300m³/h
	Motor: GE
	Potência: 150CV
	Rotação: 1.775rpm
B02	Bomba: Imbil INI 65-200
	Altura Manométrica: 18mca
	Motor: WEG
	Potência: 6CV
	Rotação: 1.745rpm
B03	Bomba: Imbil ITAP 150-400
	Altura Manométrica: 70mca
	Vazão: 300m³/h

Tabela 4-2. Resumo dos conjuntos motor-bomba

Bomba	Características
	Motor: GE
	Potência: 150CV
	Rotação: 1.775rpm
B04	Bomba: Imbil ITAP 125-500/2
	Altura Manométrica: 90mca
	Vazão: 180m³/h
	Motor: WEG
	Potência: 100CV
	Rotação: 1.775rpm
B5	Bomba: Imbil ITAP 125-500/2
	Altura Manométrica: 90mca
	Vazão: 180m³/h
	Motor: US Motors
	Potência: 100CV
	Rotação: 1.800rpm
B6	Bomba: Imbil ITAP
	Motor: WEG
B7	Bomba: Imbil ITAP
	Motor: WEG

Os conjuntos motor-bombas B01 e B03 trabalham em conjunto e recalcam água tratada para a Estação de Tratamento 01 (ETA 01), por meio de uma tubulação de Ø250mm em Ferro Fundido. Os painéis elétricos dos conjuntos motor-bombas encontram-se em bom estado de conservação, sendo que ambos conjuntos possuem soft starter, modelo SSW-06, porém, nenhum deles possui inversores de frequência, não permitindo desta forma, variar a rotação da bomba e consequentemente ajustar a quantidade de água bombeada à demanda.

O conjunto motor-bomba B02 tem como finalidade recalcar água tratada para o reservatório Serviço ETA 02, sendo sua tubulação de recalque de Ø150mm em Ferro Fundido. O painel elétrico do conjunto B02 encontra-se em bom estado de conservação e possui soft starter, modelo SSW-04, porém não possui inversor de frequência, não permitindo desta forma, variar a rotação da bomba e consequentemente ajustar a quantidade de água bombeada.

Os conjuntos motor-bombas B04 e B05 também trabalham em conjunto e recalcam água tratada para o Sistema do Distrito Industrial II, por meio de uma tubulação de Ø250mm em Ferro Fundido. Os painéis elétricos dos conjuntos motor-bombas

encontram-se em bom estado de conservação, sendo que ambos conjuntos possuem soft starter, modelo SSW-06, porém, nenhum deles possui inversores de frequência, não permitindo desta forma, variar a rotação da bomba e consequentemente ajustar a quantidade de água bombeada à demanda.

O conjunto motor-bomba B06 recalca água tratada para o Sistema do Tropical por meio de uma tubulação de Ø150mm em Ferro Fundido. O painel elétrico do conjunto B06 encontra-se em bom estado de conservação e possui soft starter, modelo SSW-04, porém não possui inversor de frequência, não permitindo desta forma, variar a rotação da bomba e consequentemente ajustar a quantidade de água bombeada.

O conjunto motor-bomba B07 recalca água tratada para o Reservatório 1.000m³ ETA 02 por meio de uma tubulação de Ø150mm em DeFoFo. O painel elétrico do conjunto B06 encontra-se em bom estado de conservação e possui soft starter, modelo SSW-04, porém não possui inversor de frequência, não permitindo desta forma, variar a rotação da bomba e consequentemente ajustar a quantidade de água bombeada.

Destaca-se que o acionamento dos conjuntos motor-bombas existentes na ETA 02 são realizados de forma manual.

O Reservatório 1.000m³ ETA 02 é apoiado, possui formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, altura de 10 metros e capacidade de armazenamento de 1.000m³.

Com relação a entrada, o reservatório recebe água dos poços da ETA II, através de duas tubulações de Ø50mm em aço galvanizado. Vale salientar que no período da noite, os poços passam a abastecer o reservatório 2.000m³ ETA 02.

Com relação a saída, o reservatório em questão possui uma, que realiza o abastecimento do reservatório 2.000m³ ETA 02 por uma tubulação de Ø100mm de PVC.

O reservatório Serviço ETA 02 é fabricado em concreto, com formato retangular. Com relação a entrada, o mesmo possui uma de Ø200mm em Ferro Fundido, proveniente do reservatório 2.000m³ ETA 02.

Vale destacar que o reservatório tem a função de armazenar a água utilizada para a lavagem dos filtros e dos decantadores da Estação de Tratamento de Água 02 (ETA 02).

O reservatório São Carlos ETA 02 é apoiado, fabricado em chapas metálicas, possui formato cilíndrico, com capacidade de armazenamento de 500m³ e 18 metros de altura.

Com relação a chegada, o reservatório possui uma, com Ø150mm em DeFoFo, proveniente do reservatório 2.000m³ ETA 02.

Já com relação a saída, o mesmo possui uma, com Ø200mm em PVC, responsável pelo abastecimento do bairro São Carlos.

O poço ETA 02 Velho recalca água diretamente para o abastecimento do reservatório REL- 03 através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø75mm. O poço possui tubete de medição estática, medidor de vazão com diâmetro de 80mm. Vale destacar que a laje sanitária estava em bom estado de conservação.

O painel elétrico do poço ETA 02 Velho não apresenta bom estado de conservação, necessitando que seja realizada a contratação de uma empresa especializada para readequar as instalações. Ressalta-se que o painel possui soft-starter.

O tratamento da água do poço é realizado através de pastilhas de cloro e flúor. Destaca-se que é realizado análise de qualidade da água diariamente. Importante destacar a existência de um vazamento na mangueira que transporta água para as pastilhas de cloro e flúor.

O poço ETA 02 Novo recalca água diretamente para o abastecimento do reservatório REL- 03 através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø65mm. O poço possui tubete de medição estática, medidor de vazão com diâmetro de 50mm. Vale destacar que a laje sanitária estava em bom estado de conservação.

O painel elétrico do poço ETA 02 Novo possui desligamento automático, soft starter e estado de conservação regular.

O tratamento da água do poço é realizado através de pastilhas de cloro e flúor. Destaca-se que é realizado análise de qualidade da água diariamente.

Da Figura 4-89 à Figura 4-140 é apresentada a Estação de Tratamento de Água 02 (ETA 02), os reservatórios, o local de abrigo dos produtos químicos, produção de hipoclorito e os poços.

Figura 4-89. Vista da entrada da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-90 Vista da entrada da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-91 Chegada da água bruta vinda da CAP 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-92 Aplicação de PAC na chegada de água bruta



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-93. Vista do floculador 01 da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-94 Vista do floculador 02 da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-95 Vista do floculador 03 da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-96 Vista do floculador 04 da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-97 Vista do decantador 01 da ETA 02.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-98 Vista do decantador 02 da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-99 Vista do filtro 01 da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-100 Vista do filtro 02 da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-101 Vista do filtro 03 da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-102 Lousa com vazões da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-103 Vista elevada da saída da água filtrada com dosagem de cloro, flúor e ortopoli



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-104 Tubulação de saída de água tratada e tubulação de retro lavagem



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-105 Registro de Ø300mm com vazamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-106 Registro de Ø200mm com vazamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-107. Armazenamento de flúor



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-108 Vista das colunas de cloro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-109 Vista do armazenamento de PAC



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-110 Vista da fabricação de hipoclorito



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-111 Vista da fabricação de hipoclorito



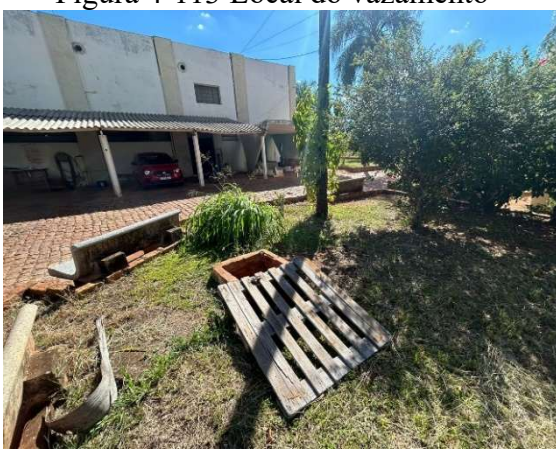
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-112 Local do vazamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-113 Local do vazamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-114 Vista do vazamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-115 Vista superior do reservatório 2.000m³ ETA 02 e do abrigo dos conjuntos motor-bomba



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-116 Vista do abrigo dos conjuntos motor-bombas B01, B02, B03, B04 e B05



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-117 Vista dos conjuntos motor-bomba da ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-118 Vista do conjunto motor-bombas B06 e B07



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-119 Painel elétrico das bombas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-120 Vista da casa de bombas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-121 Tubulações de entrada do reservatório 2.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-122 Tubulação de entrada para o reservatório 2.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-123 Tubulação de saída do reservatório 2.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-124 Tubulação de saída do reservatório 2.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-125. Vista frontal do reservatório 1.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-126 Tubulação de chegada do reservatório 1.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-127 Tubulação de saída do reservatório 1.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-128 Tubulação de limpeza do reservatório 1.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-129 Tampa para limpeza do reservatório 1.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-130 Flange cega do reservatório 1.000m³ ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-131 Vista frontal do reservatório São Carlos ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-132 Medidas do reservatório São Carlos ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-133 Tubulação de chegada do reservatório São Carlos ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-134 Tubulação de saída do reservatório São Carlos ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-135 Tampa de acesso para limpeza do reservatório São Carlos ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-136 Escada de acesso para o reservatório São Carlos ETA 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-137 Vista do poço ETA 02 Velho com vazamento na mangueira



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-138 Vista do medidor de vazão sem o visor do poço ETA 02 Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-139 Vista frontal do poço ETA 02 Novo e da laje sanitária



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-140 Vista do medidor de vazão do poço ETA 02 Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E RESERVAÇÃO

4.3.1 Sistema Vila Elizabeth: Poço e Reservatório Elizabeth

O sistema de produção e reservação localiza-se na rua Brasília e é composto por um (01) poço, denominado Elizabeth.

O poço Elizabeth recalca água diretamente para o abastecimento da rede de distribuição do bairro Vila Elizabeth, através de uma tubulação de aço galvanizado com Ø50mm.

O barrilete do poço é composto por (01) válvula de retenção de Ø50mm, tubete de medição estático, medidor de vazão de Ø50mm. Vale destacar que a laje sanitária apresenta rachadura e está em um estado ruim de conservação.

O painel elétrico do poço Elizabeth possui desligamento automático e apresenta bom estado de conservação.

O tratamento da água do poço é realizado através de pastilhas de cloro e flúor. Destaca-se que é realizado análise de qualidade da água diariamente.

O Reservatório Elizabeth é do tipo elevado, formato retangular, construído em concreto com capacidade de armazenamento de 60m³ e 10 metros de altura.

Foi possível identificar rachaduras, mas não há vazamento, já que o reservatório está desativado. Outro ponto de destaque é que a base de sustentação do reservatório está com as armaduras aparentes.

O fechamento do local é feito com alambrado e arame farpado, com uma conservação ruim, uma vez que foram visualizados buracos que permitem o fácil acesso de terceiros. O centro de reservação não possui vigilância, nem qualquer dispositivo de segurança, como câmeras ou alarmes perimetrais. Portanto, sugere-se que seja instalado câmeras de segurança, alarmes perimetrais e manutenção no cercamento do local. Da Figura 4-141 até a Figura 4-144 são apresentados o poço Elizabeth.

Figura 4-141 Vista elevada do poço Elizabeth



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-142 Macromedidor do poço Elizabeth



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-143 Vista frontal do painel elétrico do poço Elizabeth



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-144 Vista interna do painel elétrico do poço Elizabeth



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Na sequência, da Figura 4-145 até a Figura 4-148 é apresentado o reservatório Elizabeth.

Figura 4-145 Vista frontal do reservatório Elizabeth



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-146 Vista da parede lateral do reservatório Elizabeth



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-147 Vista das paredes internas do reservatório Elizabeth deteriorando



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-148 Vista das armaduras à mostra do reservatório Elizabeth



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.2 Sistema Distrito Botafogo 01: Poço Botafogo Posto e Reservatório Botafogo

O sistema de produção poço Botafogo Posto, localiza-se no distrito de Botafogo, mais precisamente na rua Ângelo Antônio Fávero, próximo ao posto de saúde.

O poço Botafogo Posto recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório Botafogo através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø75mm. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estático, medidor de vazão de Ø80mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

O painel elétrico do poço Botafogo Posto possui desligamento automático, porém não foi possível acessá-lo durante a visita técnica.

O fechamento é feito com alambrado e apresenta conservação ruim, visto que há buracos que permitem o fácil acesso de terceiros. O local não possui vigilância nem qualquer dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais ou câmeras. Sugere-se a instalação de câmeras de segurança, alarmes perimetrais e o conserto do cercamento do local.

O Reservatório Botafogo está localizado na rua Capitão Francisco Lopes, esquina com a rua Adrega de Moura. O mesmo é do tipo elevado, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado, possui capacidade de armazenamento de 150m³ e altura de 18 metros.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, proveniente do poço Botafogo, com diâmetro de 75mm em PVC.

Já com relação a saída, o reservatório também possui apenas uma, com diâmetro de 100mm em aço, responsável pelo abastecimento de parte do Distrito.

Importante salientar que foram identificados pontos de corrosão na escada de acesso, bem como em seu guarda-corpo. Existe rachadura nas paredes externas e internas, além disso, a armazenagem das pastilhas de cloro e flúor é feita dentro do reservatório, o que acarreta na exposição da ferragem, como demonstra a figura 4.147. Da Figura 4-149 até a Figura 4-152 é apresentado o poço Botafogo Posto.

Figura 4-149 Vista frontal do poço Botafogo Posto



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-150 Vista do macromedidor do poço Botafogo Posto



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-151 Portão de acesso com buraco do poço Botafogo Posto



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-152 Vista da vegetação interna próxima ao poço Botafogo Posto



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Na sequência, da Figura 4.153 até a Figura 4.158 é ilustrado o reservatório Botafogo.

Figura 4-153 Reservatório Botafogo



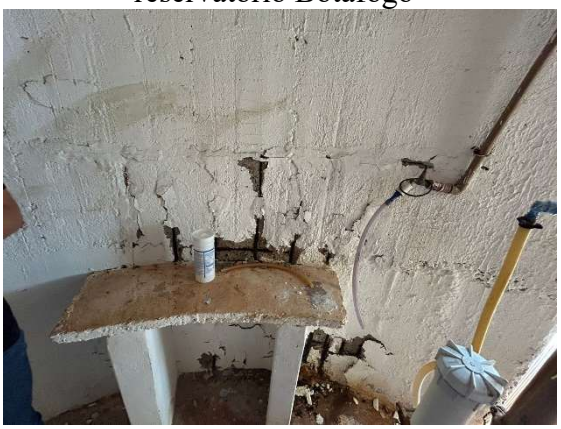
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-154 Vazamento externo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-155 Armadura exposta do reservatório Botafogo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-156 Tubulação de Saída e de limpeza do reservatório Botafogo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-157 Tubulação de saída do reservatório Botafogo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-158 Tubulação de entrada do reservatório Botafogo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.3 Sistema Distrito Botafogo 02: Poço Botafogo Campo e Reservatório Botafogo Campo

O sistema de produção poço Botafogo Campo, localiza-se no distrito de Botafogo, mais precisamente na rua Ângelo Antônio Fávero, próximo ao posto de saúde.

O poço Botafogo Posto recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório Botafogo através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø50mm. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estático, medidor de vazão de Ø50mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

O painel elétrico do poço Botafogo Campo possui desligamento automático e estado de conservação bom.

O fechamento é feito com alambrado e apresenta conservação ruim, visto que há buracos que permitem o fácil acesso de terceiros. O local não possui vigilância nem qualquer dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais ou câmeras. Sugere-se a instalação de câmeras de segurança, alarmes perimetrais e o conserto do cercamento do local.

O Reservatório Botafogo Campo está localizado na rua Capitão Francisco Lopes. O mesmo é do tipo elevado, formato retangular, fabricado em concreto armado, possui capacidade de armazenamento de 80m³ e altura de 10 metros.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, proveniente do poço Botafogo Campo, com diâmetro de 50mm em Aço.

Já com relação a saída, o reservatório também possui apenas uma, com diâmetro de 50mm em PVC, responsável pelo abastecimento de parte do Distrito.

Importante salientar que foram identificados pontos de corrosão na escada de acesso, além de vazamentos no reservatório. Vale salientar que o tratamento com cloro e flúor é feito com pastilhas diretamente no reservatório. Da Figura 4-159 até a Figura 4-164 são ilustrados o poço e reservatório Botafogo Campo.

Figura 4-159 Vazamento na tubulação do poço Botafogo Campo



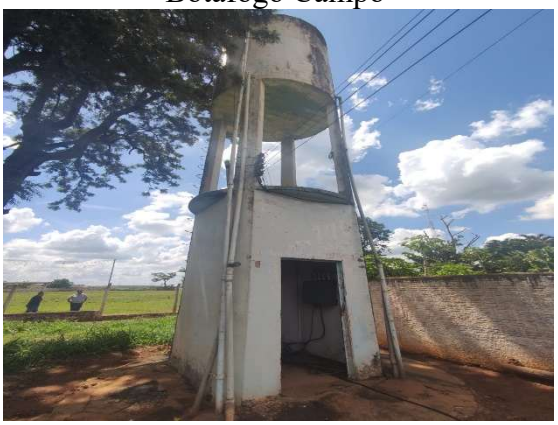
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-160 Painel elétrico do poço Botafogo Campo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-161 Vista frontal do reservatório Botafogo Campo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-162 Vazamento do reservatório Botafogo Campo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-163 Tubulação de saída do reservatório Botafogo Campo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-164 Tubulação de entrada do reservatório Botafogo Campo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.4 Sistema Povoado de Andes: Poço de Andes e Reservatório de Andes

O sistema de produção poço de Andes, localiza-se no povoado de Andes, mais precisamente na rua Andes na rua Antônio Florêncio Ataíde.

O poço de Andes recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório de Andes através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø50mm. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estático, medidor de vazão de Ø50mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

O painel elétrico do poço de Andes possui desligamento automático, porém não foi possível acessá-lo durante a visita técnica, visto que a equipe técnica responsável pelo acompanhamento da visita não possuía chave para acessar o painel.

Vale salientar que o tratamento da água, com utilização de pastilhas de cloro e flúor é realizado dentro do reservatório.

O fechamento do local é feito de alvenaria, porém possui altura baixa, facilitando a entrada de terceiros. Além disso, o sistema de produção localiza-se dentro de uma propriedade particular, não sendo de acesso exclusivo do SAAEB. Outro fato é que o local não possui vigilância, nem qualquer dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais ou câmeras. Sugere-se a instalação de câmeras de segurança e alarmes perimetrais.

O Reservatório de Andes está localizado na rua Luiz Mambelli. O mesmo é do tipo elevado, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado, possui capacidade de armazenamento de 150m³ e altura de aproximadamente 22 metros.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, proveniente do poço de Andes, com diâmetro de 50mm em Aço.

Já com relação a saída, o reservatório também possui apenas uma, com diâmetro de 50mm em PVC, responsável pelo abastecimento do Povoado de Andes.

Vale destacar que o reservatório está localizado em uma praça do povoado, não possuindo qualquer tipo de cercamento ou sistema de vigilância, além de apresentar pontos de corrosão na escada de acesso. Portanto, recomenda-se que seja realizado cercamento do local do reservatório, bem como implantação de dispositivos de segurança, como alarme perimetral, câmeras de segurança e reparo da escada de acesso ao reservatório. Da Figura 4-165 até a Figura 4-174 são ilustrados o poço e reservatório de Andes.

Figura 4-165 Vista frontal do poço de Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-166 Vista lateral do poço de Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-167 Vista do portão de acesso para o poço de Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-168 Vista do portão lateral do poço de Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-169 Vista lateral do reservatório de Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-170 Vista do vazamento externo do reservatório de Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-171 Vista do vazamento interno do reservatório de Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-172 Erosão no concreto causado pelo vazamento



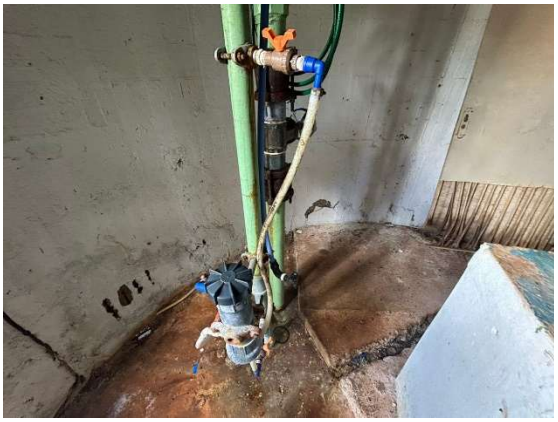
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-173 Tubulação de entrada, de saída e de limpeza do reservatório de Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-174 Tubulação de entrada com tratamento em pastilhas de cloro e flúor do reservatório de Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.5 Sistema Povoado de Areias: Poço de Areias e Reservatório de Areias

O sistema de produção e reservação localiza-se no povoado de Areias próximo a capela do povoado. O sistema é composto por um (01) poço, denominado Poço de Areias e um (01) reservatório, denominado Reservatório de Areias.

O poço de Areias recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório de Areais através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø50mm. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estático, medidor de vazão de Ø50mm. A laje sanitária não se encontra em bom estado de conservação, apresentando rachaduras na estrutura.

O painel elétrico do poço de Areias possui desligamento automático, porém não foi possível acessá-lo durante a visita técnica, visto que a equipe técnica responsável pelo acompanhamento da visita não possuía chave para acessar o painel.

O tratamento da água é realizado através de pastilhas de cloro e flúor, sendo realizado análise de qualidade da água diariamente.

Vale salientar que o local não possui cercamento ou qualquer outro dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais e câmeras. Portanto, recomenda-se que seja realizado a implantação de câmeras de segurança, alarmes perimetrais e o cercamento do local.

O Reservatório de Areias aos arredores do poço, próximo à capela do Povoado. O mesmo é do tipo elevado, formato em taça, fabricado em chapas metálicas, possui capacidade de armazenamento de 15m³ e altura de aproximadamente 8 metros.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, proveniente do poço de Areias, com diâmetro de 50mm em Aço.

Já com relação a saída, o reservatório possui apenas duas, uma com diâmetro de 50mm e outra com diâmetro de 40mm, ambas em PVC e responsáveis pelo abastecimento do Povoado de Areais.

Assim como o poço, o reservatório não apresenta cercamento ou qualquer outro dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais e câmeras. Portanto, recomenda-se que seja realizado a implantação de câmeras de segurança, alarmes perimetrais e o cercamento do local. Vale salientar que foram identificados pontos de corrosão na escada de acesso ao reservatório, bem como a falta de guarda-corpo. Assim, sugere-se que seja adequado o acesso ao reservatório. Da Figura 4-175 até a Figura 4-182 é ilustrado o poço e reservatório de Areias.

Figura 4-175 Vista frontal do poço de Areias



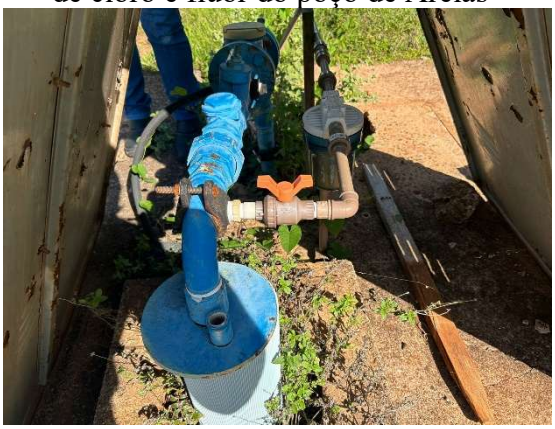
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-176 Vista do macromedidor do poço de Areias



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-177 Vista do sistema aplicação de cloro e flúor do poço de Areias



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-178 Vista do painel elétrico aberto da bomba do poço de Areias



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-179 Vista do painel elétrico fechado da bomba do poço de Areias



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-180 Vista frontal do reservatório de Areias



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-181 Vista da tubulação de entrada do reservatório de Areias



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-182 Vista das duas tubulações de saída do reservatório de Areias



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.6 Sistema Distrito 01: Poço e Reservatório Turvínia

O sistema de produção e reservação localiza-se no distrito de Turvínia na avenida Henrique Cândido de Oliveira. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Turvínia e um (01) reservatório denominado Reservatório Turvínia.

O poço Turvínia recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório Turvínia através de uma (01) tubulação de aço galvanizado de Ø50mm. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estático, medidor de vazão de Ø50mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

O painel elétrico do poço Turvínia possui desligamento automático e estado de conservação ruim.

Vale salientar que o tratamento da água, com utilização de pastilhas de cloro e flúor é realizado dentro do reservatório.

Ressalta-se que o local não possui cercamento ou qualquer outro dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais e câmeras. Portanto, recomenda-se que seja realizado a implantação de câmeras de segurança, alarmes perimetrais e o cercamento do local.

O Reservatório Turvínia está localizado aos arredores do poço. O mesmo é do tipo elevado, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado, possui capacidade de armazenamento de 150m³ e aproximadamente 18 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, com diâmetro de 65mm em PVC. Vale salientar que apesar de possuir apenas uma entrada, o reservatório recebe água dos dois poços existentes no Distrito, o Poço Turvina e Poço Turvina Praça.

Já com relação a saída, o reservatório também possui apenas uma, com diâmetro de 100mm em PVC, responsável pelo abastecimento do Distrito de Turvina.

Vale destacar que a escada de acesso ao reservatório apresenta pontos de corrosão e que o reservatório possui partes deterioradas, com as armaduras de sua estrutura aparentes. Outro ponto de destaque é a falta de dispositivos de segurança, como cercamento, alarmes perimetrais e câmeras segurança. Portanto, recomenda-se que seja realizada a contratação de uma empresa especializada, para realizar um laudo técnico sobre a parte estrutural do reservatório e em paralelo, seja a implantação de dispositivos de segurança, como já supracitado. Da Figura 4-183 até a Figura 4-192 é ilustrado o poço e reservatório Turvínia.

Figura 4-183 Vista frontal do poço Turvínia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-184 Vista do macro medidor do poço Turvínia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-185 Vista da laje sanitária do poço Turvínia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-186 Vista do painel elétrico aberto do poço Turvínia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-187 Vista do reservatório Turvínia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-188 Vista da tubulação de entrada e saída do reservatório Turvínia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-189 Vista superior da tubulação de entrada e saída do reservatório Turvínia



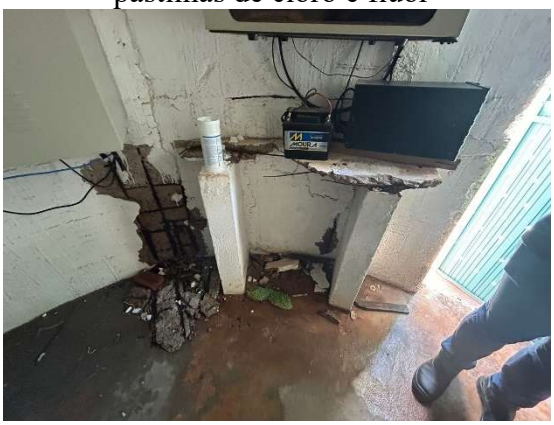
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-190 Vista da tubulação de limpeza do reservatório Turvínia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-191 Vista da bateria, do servidor de internet e do armazenamento das pastilhas de cloro e flúor



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-192 Vista da armadura à mostra dentro do reservatório Turvínia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.7 Sistema Distrito Turvínia 02: Poço Turvínia Praça

O sistema de produção localiza-se no distrito de Turvínia, mais precisamente na rua João Bossolani. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Turvínia Praça.

O Poço Turvínia Praça tem como objetivo recalcar água para o reservatório Turvínia. Porém, Como já abordado no item 4.3.6 a tubulação do poço Turvínia Praça se interliga com a tubulação do poço Turvínia antes de adentrar ao reservatório. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estático e medidor de vazão de Ø50mm. A laje sanitária apresenta rachaduras em sua estrutura.

O painel elétrico do poço Turvínia Praça possui desligamento automático, porém não apresenta bom estado de conservação, necessitando de um retrofit de peças.

Vale salientar que o local não possui cercamento ou qualquer outro dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais e câmeras. Portanto, recomenda-se que seja realizado a implantação de câmeras de segurança, alarmes perimetrais e o cercamento do local. Da Figura 4-193 até a Figura 4-196 é ilustrado o poço Turvínia Praça.

Figura 4-193 Vista do poço Turvínia Praça



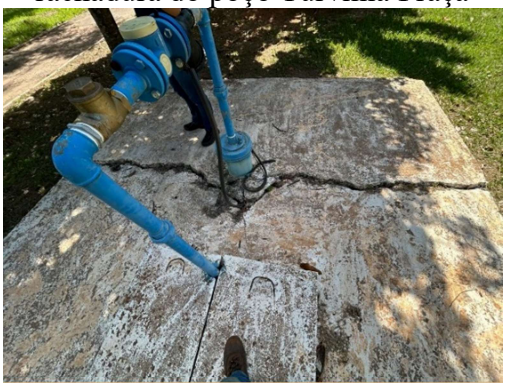
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-194 Medidor de vazão do poço Turvínia Praça



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-195 Laje sanitária com rachadura do poço Turvínia Praça



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-196 Vista do painel elétrico abeto do poço Turvínia Praça



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.8 Sistema Portal do Lago 02: Poço e Reservatório Portal do Lago 02

O sistema de produção e reservação localiza-se na via Fabiano Zacarelli. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Portal do Lago 02 e um (01) reservatório denominado Reservatório Portal do Lago 02.

O poço Portal do Lago 02 recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório Portal do Lago 02 através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø60mm. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estático e medidor de vazão de Ø50mm. A laje sanitária apresenta bom estado de conservação. Vale destacar que o poço ainda não está em operação.

O cercamento do poço é realizado por alambrado, porém, não contempla toda a delimitação da área, possuindo alguns pontos de abertura. Além disso, o local não possui qualquer tipo de dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais ou câmeras. Vale salientar que a vegetação no local estava alta, dificultando o acesso ao poço. Portanto, sugere-se que seja realizado o cercamento a área, bem como seja implantado algum sistema de segurança, além da realização de uma capina no local.

O Reservatório Portal do Lago 02 está localizado próximo ao poço Portal do Lago 02. O mesmo é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, possui volume de 450m³ e aproximadamente 10 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, proveniente do poço Portal do Lago 02, com diâmetro de 60mm em Aço.

Já com relação a saída, o reservatório também possui apenas uma, com diâmetro de 150mm em Ferro Fundido, responsável pelo abastecimento do condomínio Portal do Lago 02. Vale destacar que o condomínio ainda está em fase de construção.

Salienta-se que a escada de acesso ao reservatório possui pontos de corrosão e assim como o poço, o local não possui qualquer tipo de dispositivo de segurança, como alarme perimetral e câmeras de segurança. Portanto, recomenda-se que sejam instalados algum dispositivo supracitado. Da Figura 4-197 até a Figura 4-202 é ilustrado o poço e reservatório Portal do Lago 02.

Figura 4-197 Vista frontal do poço Portal do Lago 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-198 Vista do medidor de vazão do poço Portal do Lago 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-199 Vista do reservatório Portal do Lago 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-200 Tubulação de entrada do reservatório Portal do Lago 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-201 Tubulação de saída do Portal do Lago 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-202 Tubulação de limpeza do reservatório Portal do Lago 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.9 Sistema Europa: Poço e Reservatório Europa

O sistema de produção e reservação localiza-se na rua Edna Silva de Souza e Silva. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Europa e um (01) reservatório denominado Reservatório Europa.

O poço Europa recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório Europa através de uma (01) tubulação de aço galvanizado de Ø75mm. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estático e medidor de vazão de Ø80mm. A laje sanitária se encontra em bom estado de conservação. Porém, foi identificado vazamento no registro do barrilete do poço.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço Europa possui desligamento automático, soft starter e estado de conservação regular.

O cercamento é realizado por alvenaria e concertina, com bom estado de conservação. Porém não possui qualquer tipo de dispositivo de segurança, como alarme perimetral e câmeras.

O Reservatório Europa está localizado próximo ao poço Europa. O mesmo é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, possui volume de 520m³ e aproximadamente 35 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, proveniente do poço Europa, com diâmetro de 75mm em Aço.

Já com relação a saída, o reservatório possui duas, uma com diâmetro de 150mm em Ferro Fundido e outra com diâmetro de 75mm, em Aço. Ambas são responsáveis pelo abastecimento dos condomínios Europa, Jardim Europa, Londres, Paris, além de auxiliar o abastecimento do bairro Jardim Centenário. Da Figura 4-203 até a Figura 4-208 é ilustrado o poço e reservatório Europa.

Figura 4-203 Vista do poço Europa



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-204 Vista do medidor de vazão



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-205 Vista do reservatório e tubulações de saída



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-206 Vista tubulações de entrada e saída do reservatório Europa



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-207 Vista do extravasor do reservatório Europa



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-208 Vista da altura da vegetação no reservatório Europa



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.10 Sistema Primavera: Poço e Reservatório Primavera

O sistema de produção e reservação localiza-se na rua Alameda Boracéia. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Primavera e um (01) reservatório denominado Reservatório Primavera.

O poço Primavera recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório Primavera através de uma (01) tubulação de aço galvanizado de Ø50mm. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão de Ø50mm, três (03) válvulas de retenção de Ø50mm. A laje sanitária apresenta bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço Primavera possui desligamento automático, soft starter e estado de conservação regular.

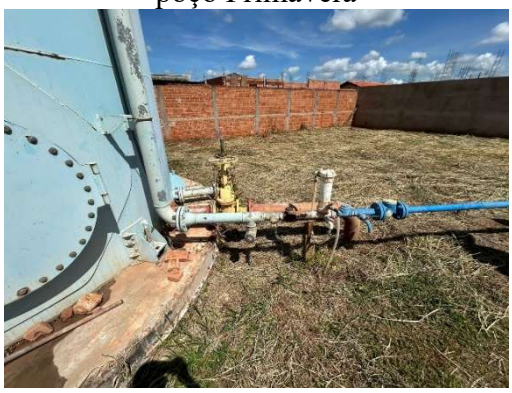
O cercamento do local é realizado com alambrado em estado regular de conservação, possui portão de acesso trancado por cadeado. Porém, não possui dispositivo de segurança, como alarme perimetral e câmeras.

O Reservatório Primavera está localizado próximo ao poço Primavera. O mesmo é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, possui capacidade de armazenamento de 250m³ e aproximadamente 25 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui duas, uma proveniente do poço Primavera, com diâmetro de 50mm em Aço e outra com diâmetro de 150mm em ferro fundido, oriunda dos reservatórios Progresso e Cláudia.

Já com relação a saída, o reservatório também possui duas, ambas em ferro fundido, com diâmetro de 150mm, responsáveis pelo abastecimento do bairro Primavera. Da Figura 4-209 até a Figura 4-220 é ilustrado o poço e reservatório Europa.

Figura 4-209 Vista lateral esquerda do poço Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-210 Vista lateral direita do poço Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-211 Vista do medidor de vazão do poço Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-212 Vista do painel elétrico fechado do poço Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-213 Vista do reservatório Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-214 Vista do extravasor do reservatório Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-215 Vista da caixa do extravasor do reservatório Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-216 Vista do extravasor do reservatório Primavera direcionado para a rua



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-217 Vista da tubulação de entrada do reservatório Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-218 Vista da tubulação de saída do reservatório Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-219 Vista de outra tubulação de saída do reservatório Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-220 Vista da porta de acesso para limpeza do reservatório Primavera



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.11 Sistema Jardim Cláudia: Poço Cláudia e Reservatório Cláudia Alto/Baixo

O sistema de produção e reservação localiza-se na rua A-B, próximo a UBS Dr. José Deocleciano Ribeiro Filho. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Cláudia e um (01) reservatório denominado Cláudia Alto/Baixo.

O poço Cláudia recalca água diretamente para a rede de distribuição, além de realizar o abastecimento das casas, a sobra da água vai para o Reservatório Cláudia Alto/Baixo através de uma (01) tubulação em aço galvanizado de Ø75mm. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estática, medidor de vazão de Ø80mm, válvula de retenção de Ø65mm. A laje sanitária apresenta bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço Cláudia possui desligamento automático, soft starter, porém encontra-se em mau estado de conservação. Portanto, recomenda-se a contratação de uma empresa especializada para realizar as adequações necessárias no painel.

O poço Cláudia está localizado dentro de um cubículo feito em grades metálicas. Porém, sem nenhum dispositivo de segurança, como alarme perimetral e câmera, facilitando possíveis atos de vandalismo. Outro fato é a alta vegetação do local, dificultando o acesso ao equipamento. Portanto, recomenda-se a instalação de algum dispositivo de segurança supracitado e a capina do local.

O Reservatório Cláudia Alto/Baixo está localizado próximo ao poço Cláudia. O mesmo é do tipo câmara dupla, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado e possui capacidade de armazenamento de 400m³ por câmara.

Com relação a entrada, ambas câmaras, inferior e superior possuem apenas uma entrada de abastecimento, oriunda da rede de distribuição, que misturam água de vários locais, como do poço Cláudia, reservatório Progresso, poção Sanderson, reservatório Sanderson, poção Pedro Paschoal e reservatório Pedro Paschoal (2.000m³), com diâmetro de 75mm em Aço.

Com relação a saída, cada câmara possui uma, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsáveis pelo abastecimento dos bairros Jardim Aeroporto, Santa Terezinha, Jardim Claúdia I e II.

Vale destacar que foram identificados pontos em que a armadura da estrutura do reservatório está exposta. Portanto, recomenda-se que seja contratada uma empresa especializada para realizar um laudo estrutural do reservatório.

Na sequência, da Figura 4-221 até a Figura 4-232 é ilustrado o poço Cláudia e reservatório Cláudia Alto/Baixo.

Figura 4-221 Vista do poço Cláudia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-222 Fechamento em grade



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-223 Vista lateral da grade de fechamento do poço Cláudia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-224 Vista do local onde o poço Cláudia está inserido



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-225 Vista do reservatório Cláudia Alto/Baixo



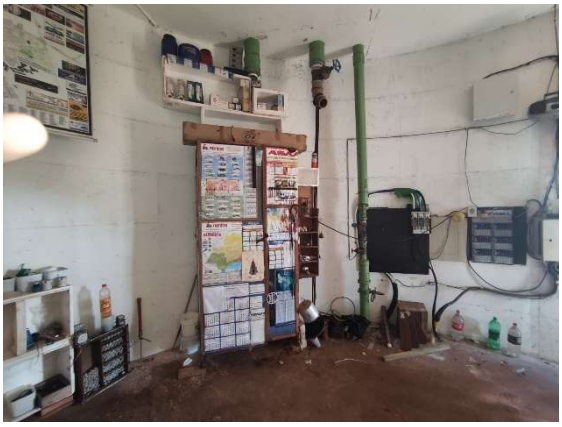
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-226 Tubulações de entrada e saída do reservatório Cláudia Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-227 Vista interna do reservatório Cláudia Alto/Baixo



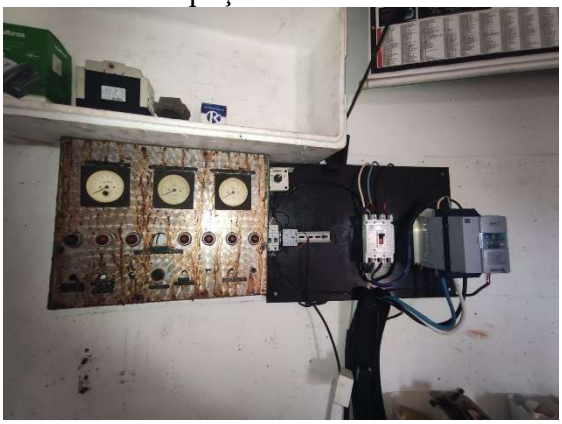
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-228 Tubulação de dosagem de cloro e flúor por pastilha



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-229 Vista do painel elétrico do poço Cláudia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-230 Vista da câmera de segurança apontando para o reservatório Cláudia Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-231 Vista de câmera de segurança instalada no reservatório Cláudia Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-232 Vista da iluminação interna do reservatório Cláudia Alto/Baixo com defeito



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.12 Sistema Progresso: Poço Progresso, Reservatório Progresso Elevado e Reservatório Progresso Alto/Baixo

O sistema de produção e reservação localiza-se na rua Sergipe. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Cláudia, um (01) reservatório denominado Progresso Alto/Baixo e um (01) reservatório denominado Progresso Elevado.

O poço Progresso recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório Progresso Elevado através de uma (01) tubulação em aço galvanizado de Ø100mm. O barrilete do poço é composto por um medidor de vazão de Ø100mm, uma (01) válvula de retenção de Ø100mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço Progresso possui desligamento automático, soft starter. Porém, não foi possível acessar o painel elétrico durante a visita técnica, visto que a equipe técnica responsável pelo acompanhamento da visita não possuía chave para abertura.

Vale destacar que o cercamento do local é feito em alvenaria e alambrado, possui vigilante no local e câmeras, mas, segundo a equipe técnica do SAAEB, as mesmas não estão em funcionamento. No local foi possível identificar a necessidade de capina e retirada de entulho. Portanto, sugere-se que seja realizado a manutenção das câmeras de segurança e limpeza do local.

O Reservatório Progresso Elevado está localizado próximo ao poço Progresso. O mesmo é do tipo elevado, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado e possui capacidade de armazenamento de 500m³.

Com relação a entrada, o reservatório possui duas, sendo uma de 100mm em aço galvanizado, proveniente do poço Progresso e outra com diâmetro de 200mm em ferro fundido, oriunda da Estação de Tratamento de Água 01.

Já com relação a saída, o reservatório também possui duas, ambas com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsáveis pelo abastecimento do bairro Jardim Alvorada e Jardim Progresso.

Importante salientar que o reservatório Progresso Elevado trabalha em vaso comunicante com o reservatório Progresso Alto/Baixo, sendo interligados por uma tubulação com diâmetro de 200mm em PVC.

Vale destacar que em uma das tubulações de saída, foi possível identificar um vazamento na junta Gibault, além da exposição da armadura do reservatório em alguns pontos. Portanto, recomenda-se que seja realizada a contratação de uma empresa especializada para realização de um laudo estrutural, bem como a substituição da peça que apresenta vazamento.

O Reservatório Progresso Alto/Baixo é do tipo câmara dupla, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado e possui capacidade de armazenamento de 500m³ por câmara.

Com relação a entrada, o reservatório possui duas, ambas com diâmetro de 150mm em Aço, uma proveniente da ETA 01 e outra do reservatório Sanderson.

Com relação a saída, o reservatório também possui duas, ambas em aço, com diâmetro de 150mm, que realizam o abastecimento do bairro Jardim Progresso, Jardim Casagrande, além de auxiliar no abastecimento do Residencial Rassim Dibe.

Vale destacar que a câmara inferior é abastecida por uma derivação da câmara superior.

Na sequência, da Figura 4-233 até a Figura 4-256 são ilustrados o poço Progresso, o reservatório Progresso Elevado e o reservatório Progresso Alto/Baixo.

Figura 4-233 Vista do poço Progresso



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-234 Vista lateral do medidor de vazão do poço Progresso



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-235 Continuação da tubulação do poço Progresso



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-236 Vista elevada do medidor de vazão do poço Progresso



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-237 Tubulação de dosagem de cloro e flúor em pastilhas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-238 Vista do armazenamento de matérias de construção civil próxima do poço Progresso



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-239 Vista de entulho próximo ao poço Progresso



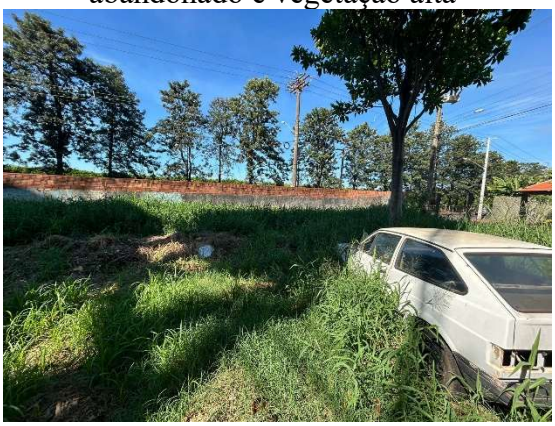
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-240 Vista ao em torno do poço Progresso



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-241 Vista de um carro abandonado e vegetação alta



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-242 Vista da vegetação e escadas próximo ao poço Progresso



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-243 Vista do reservatório Progresso Elevado



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-244 Tubulação de entrada e saída do reservatório Progresso Elevado



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-245 Tubulação de saída do reservatório Progresso Elevado



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-246 Vista do vazamento na tubulação de saída



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-247 Vista de um plástico tampando o vazamento no Gibault da tubulação de saída



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-248 Grande vazamento localizado no Gibault da tubulação de saída do reservatório Progresso Elevado



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-249 Viga de sustentação com armadura à mostra



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-250 Vista do reservatório Progresso Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-251 Extravasor da câmara alta do reservatório Progresso Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-252 Extravasor da câmara baixa do reservatório Progresso Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-253 Tubulação de entra das câmaras alta e baixa e tubulação de limpeza



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-254 Tubulação de saída localizada na parte frontal do reservatório Progresso Alto/Baixo



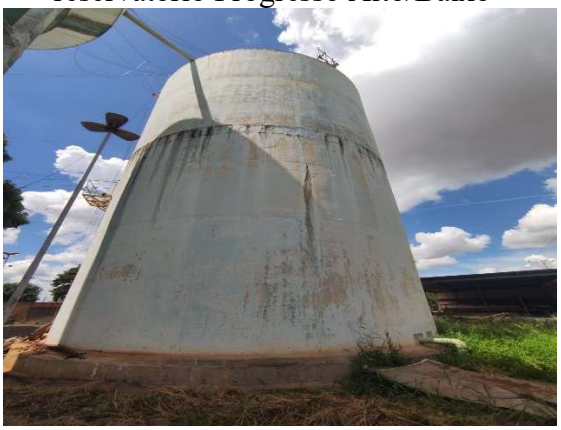
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-255 Tubulação de saída localizada na parte traseira do reservatório Progresso Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-256 Vista de uma rachadura no reservatório e tubo vaso comunicante do reservatório Progresso Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.13 Sistema do Poção: Poção Sanderson, Pocinho Sanderson e Reservatório Sanderson

Esse sistema de produção e reservação, localiza-se na Rua Argentina. O sistema é composto por dois (02) poços e um (01) reservatório.

O Poção Sanderson recalca a água por meio de uma (01) tubulação de Ø250mm em Aço para três tanques de resfriamento, visto que a temperatura da água captada é muito elevada, tendo assim, que passar por esse resfriamento antes de seguir ao seu destino final, que é o reservatório Sanderson. Vale salientar que um dos resfriadores apresenta problemas construtivos. Portanto, recomenda-se que seja contratada uma empresa especializada para manutenção do mesmo. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão e válvula de retenção de Ø250mm e tubete de medição de nível. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do Poção Sanderson encontra-se em bom estado de conservação e possuis soft starter, porém não possui inversor de frequência, não permitindo assim a variação da rotação da bomba, não ajustando a quantidade de água bombeada por determinadas demandas.

O Pocinho Sanderson, recalca a água por meio de uma (01) tubulação de Ø100mm em Aço, abastecendo diretamente o Reservatório do Sanderson. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão e válvula de retenção de Ø100mm, tubete de medição de nível. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do Pocinho Sanderson encontra-se em bom estado de conservação e possui soft starter, porém não possui inversor de frequência, não permitindo assim a variação da rotação da bomba, não ajustando a quantidade de água bombeada por determinadas demandas.

O reservatório Sanderson localiza-se nas mesmas dependências dos poços. O mesmo é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, com capacidade de armazenamento de 2.000m³.

Com relação a entrada, o mesmo possui duas, uma oriunda dos resfriadores, com diâmetro de 250mm em ferro fundido e outra proveniente do pocinho Sanderson, com diâmetro de 100mm. Vale destacar que através da manobra de um sistema de bombeamento existente na ETA 01, mais precisamente dos conjuntos motor-bomba B03 e B04, é possível realizar o abastecimento do reservatório supracitado, através de uma tubulação com diâmetro de 250mm em ferro fundido. Importante destacar que, quando o sistema de bombeamento não está em operação, a tubulação realiza o trabalho de reforçar o abastecimento do centro, por gravidade. Em resumo, a tubulação em questão pode atuar tanto como entrada de água para o reservatório (Bombeado da ETA 01), quanto para abastecimento do centro (Abastecimento por gravidade).

Além da manobra citada anteriormente, o reservatório em questão possui mais outras três saídas, uma bombeada, com diâmetro de 250mm em ferro fundido, outra também com diâmetro de 250mm, em ferro fundido e a última com diâmetro de 100mm, em ferro fundido.

A saída de 250mm bombeada, tem como objetivo o abastecimento do reservatório de câmara dupla do Sistema Progresso. Já a outra saída de 250mm tem como objetivo o abastecimento dos bairros Vila Elizabeth, Jardim Marajá, Jardim Alvorada e Jardim Cláudia. A última saída, com diâmetro de 100mm, tem como função o abastecimento do hidrante, localizado nas proximidades.

Vale destacar que não foi possível acessar o painel do sistema de recalque existente no local, visto que no momento da visita a equipe técnica do SAEB não possuía as chaves para abertura do local.

No complexo do Sistema Sanderson, possui sistema de monitoramento de câmeras, porém, duas se encontram com inoperantes. Outro fato é que o Sistema Sanderson possui operador somente uma parte do dia, mais precisamente do período de 6:00 às 00:00, passando o restante do período sem vigilância. Portanto, com o objetivo de reforçar o sistema de segurança do local, recomenda-se a instalação de alarmes perimetrais, além da manutenção ou substituição das câmeras inoperantes.

Na sequência da Figura 4-257 até a Figura 4-276 é ilustrado o complexo do Sanderson, composto pelo Poção Sanderson, Pocinho Sanderson e Reservatório Sanderson.

Figura 4-257 Vista do Poção Snderson



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-258 Vista da válvula de retenção e do medidor de vazão de Ø250mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-259 Vista display macromedidor de vazão



Fonte: NOVAES, 2024.

Figura 4-260 Vista do Pocinho Sanderson



Fonte: NOVAES, 2024.

Figura 4-261 Vista do medidor de vazão de Ø100mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-262 Vista dos tanques de resfriamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-263 Vista externa do painel elétrico do Poção Sanderson e tanque de resfriamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-264 Vista interna do painel elétrico do Poção Sanderson e tanque de resfriamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-265 Vista do Reservatório Sanderson.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-266 Vista das tubulações de saída do Reservatório Sanderson



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-267 Vista da tubulação de manobra para descarga do Reservatório



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-268 Vista casa de abrigo conjunto motor bomba



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-269. Vista de conjunto moto-bomba que recalca água para o Reservatório do Progresso



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-270 Vista casa de abrigo painel elétrico Poção Sanderson e tanques de resfriamento



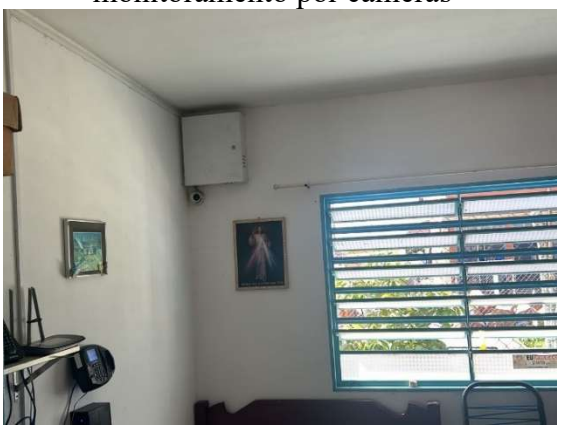
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-271 Vista sistema de monitoramento por câmeras



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-272 Vista sistema de monitoramento por câmeras



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-273. Vista local de abrigo e vazamento do hidrante



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-274 Vista da escada para acesso ao Reservatório Sanderson



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-275 Vista placa de inauguração do Poção Sanderson



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-276 Vista da entrada ao complexo Sanderson.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.14 Sistema do Jardim Tropical: Poço Tropical Velho, Poço Tropical Novo e Reservatório Tropical Alto/Baixo

O sistema de produção e reservação localiza-se na rua Pedro Janini. O sistema é composto por dois (02) poços denominados Poço Tropical Velho e Poço Tropical Novo e um (01) reservatório denominado Tropical Alto/Baixo.

Ambos poços recalcam água diretamente para o abastecimento do Reservatório Tropical Alto/Baixo, porém, transportam água apenas para a câmara superior, através de uma tubulação, sendo metade em aço galvanizado de Ø75mm e metade em PVC de Ø75mm. O barrilete dos poços são compostos por tubete de medição estática e medidor de vazão de Ø80mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico dos poços possui desligamento automático, soft starter. Porém, não foi possível acessar o painel elétrico durante a visita técnica, visto que a equipe técnica responsável pelo acompanhamento da visita não possuía chave para abertura.

O local é cercado com alambrado em bom estado de conservação. Porém, não possui qualquer sistema de segurança, como alarmes perimetrais e câmeras. Outro fato é a presenta de vegetação alta no local, dificultando o acesso aos equipamentos. Portanto, recomenda-se a instalação dos dispositivos de segurança supracitados, bem como a capina do local.

O Reservatório Tropical Alto/Baixo está localizado próximo aos poços. O mesmo é do tipo câmara dupla, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado, com altura de

aproximadamente 17 metros. A câmara superior possui capacidade de armazenamento de 600m³, enquanto a câmara inferior possui capacidade de 500m³.

Com relação a entrada, a câmara superior possui três, sendo uma com diâmetro de 150mm em ferro fundido, proveniente do reservatório 2.000m³ ETA 02, e outras duas com diâmetro de 75mm em PVC, oriundas do poço Tropical Velho e Tropical Novo. Já a câmara inferior, possui apenas uma entrada, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, proveniente do reservatório 2.000m³ ETA 02

Com relação a saída, a câmara superior possui duas, ambas com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsáveis pelo abastecimento dos bairros Jardim Tropical, Residencial União I e II. Já a câmara inferior, possui apenas uma saída, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsável pelo abastecimento dos condomínios Portal do Lago I e II.

Na sequência, da Figura 4-277 até a Figura 4-288 é ilustrado o poço Tropical Velho, poço Tropical Novo e reservatório Tropical Alto/Baixo.

Figura 4-277 Vista do poço Tropical Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-278 Vista do macromedidor de vazão do poço Tropical Velho



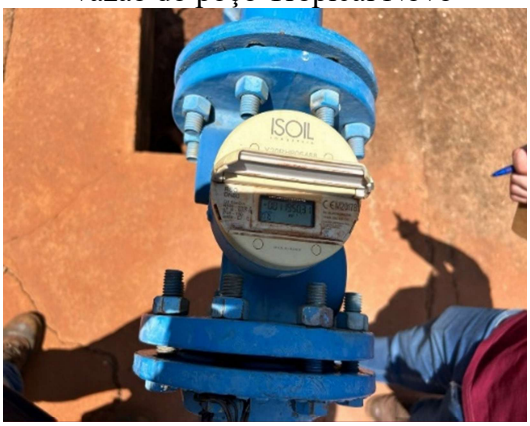
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-279 Vista do poço Tropical Novo



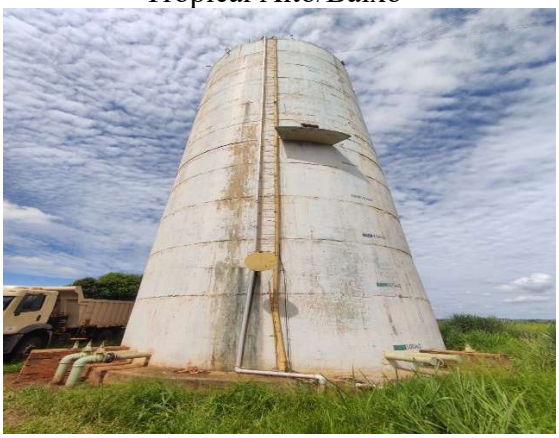
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-280 Vista do macromedidor de vazão do poço Tropical Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-281 Vista do reservatório Tropical Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-282 Tubulações de entrada do reservatório Tropical Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-283 Vista da tubulação de saída do reservatório Tropical Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-284 Vista da tubulação de saída do reservatório Tropical Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-285 Vista da tubulação de descarga do reservatório Tropical Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-286 Vista da tubulação de limpeza do reservatório Tropical Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-287 Vista do em torno do reservatório Tropical Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-288 Vista do em torno do reservatório Tropical Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.15 Sistema Hospital Júlia: Poço Julia Velho e Reservatório Julia

O sistema de produção e reservação localiza-se na rua Guido Paganelli, próximo ao Hospital Municipal Julia Pinto Caldeira. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Julia Velho e um (01) reservatório denominado Reservatório Julia.

O poço Julia Velho recalca água diretamente para o abastecimento do Hospital Municipal Julia Pinto Caldeira através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø65mm. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão de Ø50mm, tubete de medição de nível. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

O painel elétrico do poço possui desligamento automático e soft starter. Porém, não foi possível acessar o painel elétrico durante a visita técnica, visto que a equipe técnica responsável pelo acompanhamento da visita não possuía chave para abertura.

O fechamento é de alambrado em bom estado de conservação, porém, o portão de não possui cadeado para controle de acesso. Outro fato é a não existência de qualquer dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais e câmeras. Portanto, recomenda-se que seja implantado cadeado para acesso ao local, bem como os dispositivos de segurança supracitados.

O Reservatório Julia está localizado próximo ao poço Julia Velho. O mesmo é do tipo elevado, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado, possui capacidade de armazenamento de 60m³ e 8 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, com diâmetro de 50mm em aço galvanizado, proveniente do poço Julia Velho.

Já com relação a saída, o reservatório possui duas, ambas com diâmetro de 50mm em PVC, responsáveis pelo abastecimento do hospital. Vale salientar que atualmente o reservatório está desativado.

Na sequência, da Figura 4-289 até a Figura 4-298 é ilustrado o poço Julia Velho e reservatório Julia.

Figura 4-289 Vista do poço Julia Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-290 Vista do macromedidor de vazão do poço Julia Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-291 Vista do em torno do poço Julia Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-292 Vista do painel elétrico do poço Julia Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-293 Vista do reservatório Julia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-294 Vista da porta de acesso do reservatório Julia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-295 Vista das tubulações de entrada e saída do reservatório Julia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-296 Vista de um vazamento interno do reservatório Julia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-297 Vista do em torno do reservatório Julia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-298 Vista do em torno do reservatório Julia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.16 Sistema Jardim Julia: Poço Julia Novo

O sistema de produção localiza-se na rua Paraná, próximo ao Hospital Municipal Julia Pinto Caldeira. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Julia Novo.

O poço Julia Novo recalca água diretamente para o abastecimento do bairro Jardim Julia, através de uma (01) tubulação de aço galvanizado de Ø75mm. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão de Ø80mm, tubete de medição de nível e válvula de retenção de Ø75mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço possui desligamento automático. Porém, não foi possível acessar o painel elétrico durante a visita técnica, visto que a equipe técnica responsável pelo acompanhamento da visita não possuía chave para abertura.

O cercamento é de alambrado, porém está em estado de conservação ruim, uma vez que foram visualizados buracos, permitindo o fácil acesso de terceiros ao local. Além disso, não possui qualquer tipo de dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais ou câmeras. Portanto, recomenda-se que seja realizada substituição do alambrado, bem como a implantação dos dispositivos de segurança supracitados.

Na sequência, da Figura 4-299 até a Figura 4-304 é ilustrado o poço Julia Novo.

Figura 4-299 Vista do poço Julia Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-300 Vista do macromedidor



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-301 Vista sistema de tratamento do poço Julia Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-302 Vista em torno do poço Julia Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-303 Vista em torno do poço Julia Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-304 Vista do alambrado com buraco



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.17 Sistema São Carlos: Poço São Carlos

O sistema de produção localiza-se na avenida Maria Dias. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço São Carlos.

O poço São Carlos recalca água diretamente para o abastecimento do reservatório 2.000m³ ETA 02, através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø100mm. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão de Ø100mm, tubete de medição de nível, válvula de retenção de Ø100mm. A laje sanitária encontra-se em estado ruim de conservação, já que possui várias rachaduras e muita vegetação, dificultando o acesso.

O poço possui dois sistemas de tratamento em série, utilizando pastilhas de cloro e flúor. Além disso, é realizado análise da qualidade da água diariamente.

O painel elétrico do poço Julia Velho possui desligamento automático, soft starter e estado de conservação regular.

O fechamento é feito em alambrado em bom estado de conservação, porém, foi observado um buraco no chão, podendo ocasionar acidentes, já que o mesmo não pode ser visto por conta da vegetação alta. Outro fato é a ausência de dispositivos de segurança, como alarmes perimetrais e câmeras. Portanto, recomenda-se que seja realizada a limpeza do local, bem como o reparo do buraco existente, além da implantação dos dispositivos de segurança supracitados.

Na sequência, da Figura 4-305 até a Figura 4-310 é ilustrado o poço São Carlos.

Figura 4-305 Vista do poço São Carlos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-306 Vista do macromedidor de vazão do poço São Carlos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-307 Vista sistema de tratamento em série do poço São Carlos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-308 Vista da laje sanitária do poço São Carlos



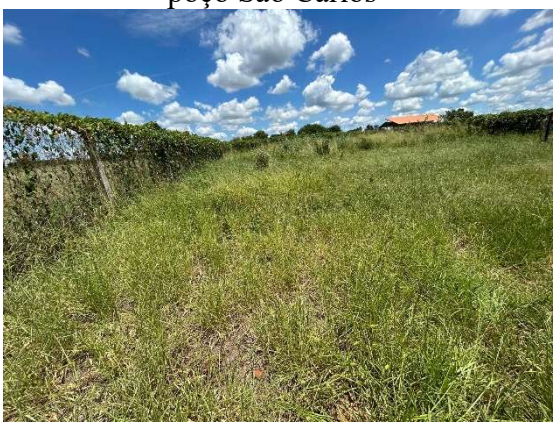
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-309 Vista do buraco com vegetação alta



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-310 Vista da vegetação alta no poço São Carlos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.18 Sistema FECCIB: Poço FECCIB e Reservatório FECCIB

O sistema de produção e reservação localiza-se na rua Mauro de Abreu Izique. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço FECCIB e um (01) reservatório denominado Reservatório FECCIB.

O poço FECCIB recalca água diretamente para o abastecimento do Reservatório FECCIB através de uma (01) tubulação de aço galvanizado de Ø50mm. O barrilete do poço é composto por tubete de medição estático, medidor de vazão de Ø50mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

O painel elétrico do Poço FECCIB não possui desligamento automático, tendo seu acionamento realizado de forma manual. Segundo a equipe técnica do SAAEB o painel não possui soft starter ou inversor de frequência. Não foi possível acessá-lo durante a

visita técnica, visto que a equipe técnica do SAEB, não possuí a chave para acessar o local no dia da visita técnica.

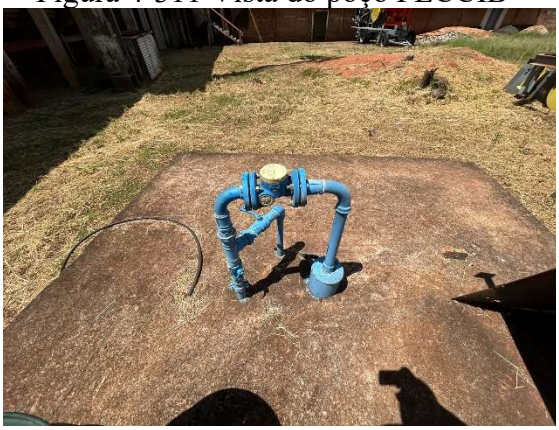
O Reservatório FECCIB localiza-se próximo ao poço homônimo. O mesmo é do tipo apoiado, fabricado em chapas metálicas, com capacidade de armazenamento de 15m³.

Com relação a entrada, o reservatório possui uma, proveniente do poço FECCIB, com diâmetro de 50mm em aço.

Já com relação a saída, o reservatório possui três, sendo duas com diâmetro de 50mm, responsáveis pelo abastecimento do FECCIB e outra com diâmetro de 75 mm, responsável pelo abastecimento do Corpo de Bombeiros.

Na sequência, da Figura 4-311 até a Figura 4-318 é ilustrado o poço e reservatório FECCIB.

Figura 4-311 Vista do poço FECCIB



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-312 Vista do Macromedidor de vazão do poço FECCIB



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-313 Vista do local do poço FECCIB



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-314 Vista do local do poço FECCIB



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-315 Vista do reservatório FECCIB



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-316 Vista da tubulação de entrada do reservatório FECCIB



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-317 Vista da tubulação de saída do corpo de bombeiros



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-318 Vista da tubulação de saída para o FECCIB



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.19 Sistema Residencial Antônia Santaella: Poço Santaella e Reservatórios Torres Gêmeas

O sistema de produção e reservação localiza-se na rua Ângelo Cardassi. O sistema é composto por um (01) poço denominado Poço Santaella e dois (02) reservatórios denominados Reservatório Torres Gêmeas.

O poço Santaella recalca água diretamente para o abastecimento de ambos os Reservatórios Torres Gêmeas através de uma (01) tubulação em aço galvanizado de Ø75mm. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão de Ø80mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço Santaella possui desligamento automático e não foi possível acessá-lo durante a visita técnica.

O cercamento é feito em alambrado com bom estado de conservação. Porém, não existe nenhum tipo de sistema de segurança, como alarmes perimetrais ou câmeras. Portanto, recomenda-se que seja implantado os dispositivos de segurança supracitados.

Os reservatórios Torres Gêmeas estão localizados próximo ao poço Santaella. Ambos são do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, possuem capacidade de armazenamento de 250m³, cada.

Com relação a entrada, cada reservatório possui uma tubulação de entrada, com diâmetro de 75mm, em aço galvanizado. A tubulação de entrada é uma ramificação proveniente do poço Santaella.

Já com relação a saída, ambos possuem apenas uma, sendo um reservatório com uma saída com diâmetro de 150mm em ferro fundido e outro reservatório com uma saída de 75mm em aço, ambas responsáveis pelo abastecimento dos bairros Residencial Antônia Santaella, Residencial Pedro Maia e Jardim Centenário.

Na sequência, da Figura 4-319 até a Figura 4-324 são ilustrados o poço Santaella e os reservatórios Torres Gêmeas.

Figura 4-319 Vista do poço Santaella



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-320 Vista do macromedidor de vazão do poço Santaella



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-321 Reservatórios Torres Gêmeas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-322 Tubulação de saída dos reservatórios



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-323 Tubulação vaso comunicante de entrada vinda do poço Santaella



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-324 Tubulação vaso comunicante localizada acima no reservatório



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.20 Sistema Souza Lima: Poço SetJardim, Poço Souza Lima, Reservatório SetJardim, Reservatório Souza Lima e Reservatório Jardim Itália

O sistema de produção e reservação localiza-se em endereços distintos, sendo o poço denominado Poço SetJardim localizado na rua Atílio Santin, enquanto o poço denominado Poço Souza Lima e os reservatórios denominados SetJardins e Souza Lima estão localizados na rua Antônio Francisco Catricala. Já o reservatório denominado Reservatório Jardim Itália está localizado na rua Manoel de Oliveira Quinto com a avenida Belmiro Dias Batista.

O poço SetJardim recalca água diretamente para o abastecimento do reservatório SetJardim, através de uma (01) tubulação em aço galvanizado de Ø100mm. O barrilete do poço é composto por um medidor de vazão de Ø100mm, tubete de medição de nível e válvula de retenção de Ø100m. A laje sanitária encontra-se em bom estado de

conservação. Importante ressaltar que, na mesma tubulação de recalque do poço, existe outro medidor de vazão, localizado antes da entrada do reservatório, permitindo assim, identificar qualquer perda de água no trecho.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com pastilhas de cloro e flúor, porém, o sistema está localizado próximo ao reservatório. Além disso é realizado análise da qualidade da água diariamente.

O painel elétrico do poço SetJardim está em estado de conservação regular, porém o dispositivo para acionamento automático não está em funcionamento, por problemas técnicos. Além disso, o painel é dotado com soft starter. Portanto, recomenda-se que seja contrata empresa especializada para realizar as manutenções necessárias no painel elétrico.

O cercamento do local é feito em alambrado, com bom estado de conservação. Além disso, no local, há vigilância 24 horas e câmeras de segurança.

O poço Souza Lima recalca água diretamente para o abastecimento do reservatório Souza Lima, através de uma (01) tubulação em aço galvanizado de Ø100mm. O barrilete do poço não possui medidor de vazão, porém o mesmo está implantado na mesma rede de recalque, próximo à entrada do reservatório Souza Lima. Vale destacar que o poço possui tubete para medição de nível e a laje sanitária encontra-se em boas condições.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço Souza Lima possui desligamento automático, soft starter e estado de conservação regular.

O cercamento é feito em alambrado e apresenta bom estado de conservação. Porém, não possui qualquer tipo de dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais ou câmeras. Portanto, recomenda-se que seja realizada a implantação dos dispositivos de segurança supracitados.

O Reservatório SetJardim está localizado próximo ao poço Souza Lima. O mesmo é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, possui capacidade de armazenamento de 1.000m³ e altura de aproximadamente 20 metros.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, proveniente do poço SetJatdim com diâmetro de 100mm em aço galvanizado.

Já com relação a saída, o reservatório possui três, sendo uma com diâmetro de 100mm em ferro fundido, responsável pelo abastecimento do reservatório Souza Lima, outra com diâmetro de 150mm em aço galvanizado, responsável pelo abastecimento de parte do bairro SetJardim e a terceira, também com diâmetro de 150mm, em ferro fundido, responsável pelo abastecimento de parte do bairro SetJardim, Residencial Bebedouro, Residencial Souza Lima.

Vale destacar que foram identificados pontos de corrosão na escada para acesso ao reservatório. Portanto, recomenda-se que seja contratada uma equipe especializada para realizar a manutenção necessária.

O reservatório Souza Lima está localizado próximo ao poço Souza Lima. O mesmo é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, possui capacidade de armazenamento de 250m³ e 16 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui três, sendo uma proveniente do reservatório SetJardim, com diâmetro de 100mm em ferro fundido, outra oriunda do poço Souza Lima, com diâmetro de 100mm em aço galvanizado, e a terceira, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, proveniente do reservatório Jordana Alto/Baixo.

Já com relação a saída, o reservatório possui apenas uma, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsável pelo abastecimento dos Residenciais Souza Lima e Bebedouro.

Vale destacar que foram identificados pontos de corrosão na escada para acesso ao reservatório. Portanto, recomenda-se que seja contratada uma equipe especializada para realizar a manutenção necessária.

O reservatório Jardim Itália é do tipo elevado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, possui capacidade de armazenamento de 250m³ e 22 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, com diâmetro de 150mm em aço galvanizado, proveniente do reservatório Souza Lima.

Já com relação a saída, o reservatório também possui apenas uma, com diâmetro de 100mm em ferro fundido, responsável pelo abastecimento do bairro SetJardim.

Vale destacar que foram identificados pontos de corrosão na escada para acesso ao reservatório. Portanto, recomenda-se que seja contratada uma equipe especializada para realizar a manutenção necessária.

O cercamente é de alambrado, porém está em estado de conservação ruim, uma vez que foram visualizados buracos, permitindo o fácil acesso de terceiros ao local. Além disso, não possui qualquer tipo de dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais ou câmeras. Portanto, recomenda-se que seja realizada substituição do alambrado, bem como a implantação dos dispositivos de segurança supracitados.

Na sequência, da Figura 4-325 até a Figura 4-350 são ilustrados o poço SetJardim, poço Souza Lima, Reservatório SetJardim, Reservatório Souza Lima e Reservatório Jardim Itália.

Figura 4-325 Vista do poço SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-326 Macromedidor do poço SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-327 Laje sanitária do poço SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-328 Abrigo do operador do poço SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-329 Vista ao em torno do poço SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-330 Câmera de segurança do poço SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-331 Continuação do poço SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-332 Sistema de tratamento do poço SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-333 Vista do e da laje sanitária do poço Souza Lima



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-334 Vista da continuação do poço Souza Limpa



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-335 Macromedidor do poço Souza Lima



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-336 Painel elétrico do poço Souza Lima



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-337 Vista do reservatório SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-338 Vista da tubulação de entrada



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-339 Vista da tubulação de entrada do reservatório SetJardim



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-340 Vista da tubulação de limpeza e das tubulações de saída



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-341 Vista reservatório Souza Lima



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-342 Tubulação de entrada do reservatório Souza Lima



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-343 Vista da tubulação de saída



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-344 T tubulação de entrada



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-345 Vista do reservatório Jardim Itália



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-346 Vista da tubulação de entrada



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-347 Vista da tubulação de saída do reservatório Jardim Itália



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-348 Continuação da tubulação de entrada



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-349 Vista do extravasor do reservatório do Jardim Itália



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-350 Vista do alambrado com buracos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.21 Sistema Boa Vista: Poço Boa Vista

O sistema de produção localiza-se na avenida Nossa Senhora Aparecida. O sistema de produção é composto por um (01) poço denominado Poço Boa Vista.

O poço Boa Vista recalca água diretamente para o abastecimento do reservatório Boa Vista Alto/Baixo, além do bairro Boa Vista através de uma (01) tubulação de aço galvanizado de Ø50mm. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão de Ø50mm, tubete de medição de nível, válvula de retenção de Ø50mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço possui desligamento automático. Porém, não foi possível acessar o painel elétrico durante a visita técnica, visto que a equipe técnica responsável pelo acompanhamento da visita não possuía chave para abertura.

O cercamento do local é feito em alvenaria e está em bom estado de conservação, possuindo portão com cadeado. Porém, no dia da visita, foram identificados diversos automóveis estacionados no local. Portanto, recomenda-se que sejam retirados os veículos, para melhor controle de acesso ao local.

Na sequência, da Figura 4-351 até a Figura 4-354 é ilustrado o poço Boa Vista.

Figura 4-351 Vista do poço Boa Vista



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-352 Sistema de tratamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-353 Vista do portão do poço Boa Vista



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-354 Vista dos carros estacionados próximo ao poço Boa Vista



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.22 Sistema Boa Vista: Reservatório Boa Vista Alto/Baixo

O Reservatório Boa Vista Alto/Baixo está localizado na rua Monsenhor Aristides Silveira Leite. O reservatório é do tipo câmara dupla, formato cilíndrico, fabricado em

concreto armado, possui capacidade de armazenamento de 250m³, por câmara e 20 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui uma entrada por câmara, ambas com diâmetro de 75mm em aço galvanizado, provenientes do poço Bela Vista.

Já com relação a saída, o reservatório possui duas, ambas com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsáveis pelo abastecimento dos bairros Boa Vista.

Ressalta-se que o reservatório possui uma válvula de retenção com defeito, acarretando no retorno da água da rede de distribuição para o reservatório. Além disso, o reservatório quase não é utilizado, estando praticamente sem água por longos períodos. Outro ponto de destaque é que foram identificados pontos de corrosão na escada para acesso ao reservatório. Portanto, recomenda-se que seja contratada uma empresa especializada para realizar as manutenções necessárias, tanto na substituição da válvula de retenção, quanto nas partes que apresentam corrosão na escada de acesso ao reservatório.

O cercamento do local é feito por alvenaria, e encontra-se em bom estado de conservação. Porém, não possui qualquer tipo de dispositivo de segurança, como alarmes perimetrais ou câmeras. Portanto, recomenda-se que seja realizada a implantação dos dispositivos de segurança supracitados.

Na sequência, da Figura 4-355 até a Figura 4-358 é ilustrado o reservatório Boa Vista Alto/Baixo.

Figura 4-355 Vista do reservatório Boa Vista Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-356 Escada de acesso do reservatório Boa Vista Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-357 Disjuntor da válvula de retenção com defeito



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-358 Vista das tubulações de entrada, saída e limpeza



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.23 Sistema Rassim Dibe: Reservatório Rassim Dibe

O Reservatório Rassim Dibe está localizado na rua Elias Neme. O mesmo é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado, possui capacidade de armazenamento de 280m³ e 10 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui uma, com diâmetro de 100mm em ferro fundido, proveniente da rede de abastecimento, onde ocorrem diversos pontos de mistura de abastecimento.

Já com relação a saída, o reservatório possui apenas uma, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsável pelo abastecimento dos residenciais Rassim Dibe, Vale do Sol e Moriah.

O local possui fechamento com alambrado em bom estado de conservação, além de possuir câmeras de vigilância. Na sequência, da Figura 4-359 até a Figura 4-366 é ilustrado o reservatório Rassim Dibe.

Figura 4-359 Vista do reservatório Rassim Dibe



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-360 Porta de acesso que estava trancada



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-361 tubulação de entrada sem o sistema de tratamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-362 Extravasor do reservatório Rassim Dibe



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-363 Câmera de vigilância instalada no reservatório



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-364 Vista da tubulação de entrada vinda do poço Rassim Dibe



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-365 Vista do local do reservatório Rassim Dibe



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-366 Poço Rassim Dibe desativado



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.24 Sistema Jordana: Poço Jordana Velho, Poço Jordana Novo, Reservatório Jordana 1.000m³, Reservatório Jordana Alto/Baixo, Reservatório Jordana 500m³ e Reservatório Centenário

O sistema de produção e reservação está localizado na rua Carmino Mayo. O sistema é composto por dois (02) poços denominados Poço Jordana Velho e Poço Jordana Novo e quatro (04) reservatórios denominados Reservatório Jordana 1.000m³, Jordana Alto/Baixo, Jordana 500m³ e Centenário.

O poço Jordana Velho recalca água diretamente para o abastecimento do reservatório Jordana 1.000m³, por meio de uma tubulação com diâmetro de 65mm em aço galvanizado. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão de Ø100mm, tubete

de medição de nível, duas válvulas de retenção de Ø65mm. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço possui desligamento automático, soft starter e está em bom estado de conservação.

O fechamento do local é feito por alambrado em bom estado de conservação e possui um portão trancado com cadeado, operador em turno de 12 horas, além de câmeras de vigilância.

O poço Jordana Novo recalca água diretamente para o abastecimento do reservatório Centenário, através de uma tubulação de aço galvanizado de Ø75mm. O barrilete do poço é composto por medidor de vazão de Ø80mm, tubete de medição de nível. A laje sanitária encontra-se em bom estado de conservação.

Vale salientar que o tratamento da água é realizado com utilização de pastilhas de cloro e flúor e são realizadas análises diárias da qualidade da água.

O painel elétrico do poço possui desligamento automático, soft starter e está em bom estado de conservação.

O Reservatório Jordana 1.000m³ é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, possui capacidade de armazenamento de 1.000m³, com aproximadamente 10 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui apenas uma, com diâmetro de 75mm em aço galvanizado, proveniente do poço Jordana Velho. Vale salientar a existência de uma tubulação desativada, oriunda de um poço que não está mais em operação.

Já com relação a saída, o reservatório também possui apenas uma, com diâmetro de 100mm em aço galvanizado, responsável pelo abastecimento da câmara superior do reservatório Jordana Alto/Baixo, através de um sistema de bombeamento.

O Reservatório Jordana Alto/Baixo é do tipo câmara dupla, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado, possuindo volume de 500m³, por câmara e com aproximadamente 12 metros de altura.

Com relação a entrada, a câmara superior possui duas, uma proveniente do recalque do reservatório de 1.000m³, com diâmetro de 75mm em PVC e outra com

diâmetro de 250mm em aço galvanizado, proveniente de uma das redes de recalque do sistema de bombeamento da ETA II.

A câmara inferior possui apenas uma entrada de abastecimento, proveniente da mesma rede de recalque do sistema de bombeamento da ETA II, com diâmetro de 250mm em aço.

Com relação a saída, a câmara superior possui uma, com diâmetro de 100mm em PVC, responsável pelo abastecimento do reservatório do Centenário.

Já a câmara inferior, também possui apenas uma saída, com diâmetro de 100mm em ferro fundido, com o objetivo de abastecer os bairros Pedro Maia, Distrito Industrial III, Boa Vista, Jardim das Acácias e Residencial Santaella. Vale salientar que na mesma rede existe uma derivação responsável pelo abastecimento dos reservatórios Jordana e Souza Lima.

O Reservatório Jordana 500m³ é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas, possui capacidade de armazenamento de 500m³ e com aproximadamente 12 metros de altura.

Com relação a entrada, o reservatório possui uma, com diâmetro de 250mm em ferro fundido, oriunda do reservatório Jordana Alto/Baixo.

Já com relação a saída, o reservatório possui duas, sendo uma com diâmetro de 75mm, responsável pelo abastecimento de um hidrante e outra com diâmetro de 250mm em ferro fundido, responsável pelos bairros Distrito Industrial II, Jardim das Acácias, Boa Vista e Jardim Lúcia.

Vale ressaltar que foram identificados pontos de corrosão na escada para acesso ao reservatório. Portanto, recomenda-se que seja contratada uma empresa especializada para manutenção da escada.

O Reservatório Centenário é do tipo semi-enterrado, formato cilíndrico, fabricado em concreto armado, possui capacidade de armazenamento de 750m³.

Com relação a entrada, o reservatório possui duas, sendo uma com diâmetro de 100mm, proveniente do reservatório Jordana Alto/Baixo e outra com diâmetro de 75mm, oriunda do poço Jordana Novo.

Já com relação a saída, o reservatório possui uma, responsável pelo abastecimento do bairro Jardim Centenário. Vale destacar que não foi possível identificar o diâmetro e material da tubulação, visto que a saída é enterrada.

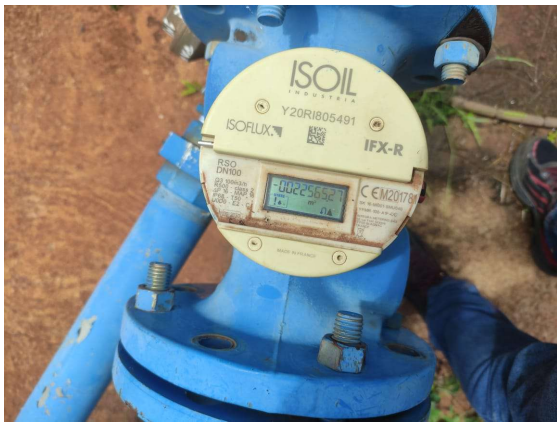
Na sequência, da Figura 4-367 até a Figura 4-400 são ilustrados o poço Jordana Velho, poço Jordana Novo, reservatório Jordana 1.000m³, reservatório Jordana Alto/Baixo, reservatório Jordana 500m³ e reservatório Centenário.

Figura 4-367 Vista do reservatório Jordana Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-368 Macromedidor do poço Jordana Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-369 Vazamento na torneira do poço Jordana Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-370 Sistema de tratamento do poço Jordana Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-371 Painel elétrico do poço Jordana Velho



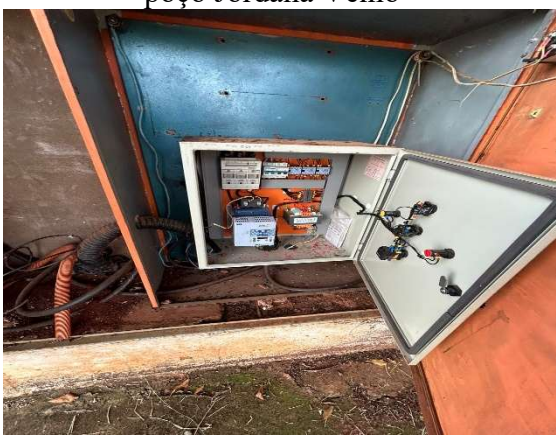
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-372 Painel elétrico do poço Jordana Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-373 Painel elétrico aberto do poço Jordana Velho



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-374 Câmera de segurança do local



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-375 Vista frontal do poço Jordana Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-376 Macromedidor do poço Jordana Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-377 Sistema de tratamento do poço Jordana Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-378 Estoque de tubos no local próximo do poço Jordana Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-379 Vista do painel elétrico do poço Jordana Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-380 Estoque de tubos no local próximo do poço Jordana Novo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-381 Vista do reservatório Jordana 1.000m³



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-382 Vista das escadas de acesso do reservatório Jordana 1.000m³



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-383 Tubulação de saída com bombeamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-384 Informações da bomba da tubulação de saída



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-385 Tubulação de limpeza do reservatório Jordana 1.000m³



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-386 Tubulação de entrada do reservatório Jordana 1.000m³



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-387 Vista do reservatório Jordana Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-388 Tubulação de entrada do reservatório Jordana Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-389 Tubulação de saída do reservatório Jordana Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-390 Tubulação de saída do reservatório Jordana Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-391 Tubulação de limpeza do reservatório Jordana Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-392 Vista em torno do reservatório Jordana Alto/Baixo



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-393 Vista do reservatório Jordana 500m³



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-394 Tubulação de entrada do reservatório Jordana 500m³



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-395 Extravasor e tubulação de limpeza



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-396 Tubulação de saída do reservatório Jordana 500m³



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-397 Vista reservatório Centenário



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-398 Tubulação de entrada do reservatório Centenário



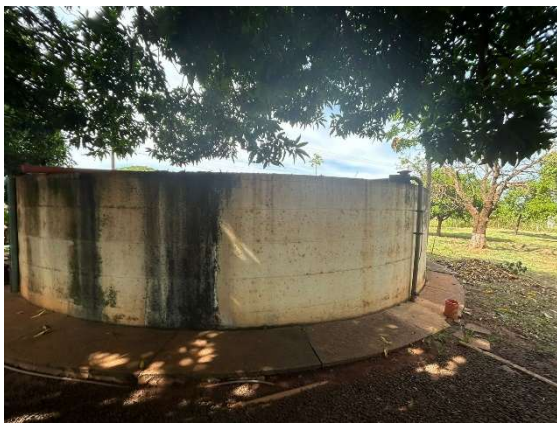
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-399 Continuação da tubulação de entrada do reservatório Centenário



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-400 Manchas de água no reservatório Centenário



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.25 Sistema Centro: Reservatório Centro

Esse sistema de reservação localiza-se na Rua Visconde do Rio Branco, esquina com a Rua Lucas Evangelista. O mesmo é do tipo semi-enterrado, fabricado em chapas metálicas, com capacidade de armazenamento de 500m³.

Com relação a entrada, o reservatório possui uma, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, proveniente do ETA 01. Vale destacar que a adutora que alimenta o reservatório não é exclusiva para tal, uma vez que a mesma realizada abastecimento durante o trajeto.

Já com relação a saída, o reservatório possui uma, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsável pelo abastecimento de parte do Centro.

Na sequência da Figura 4-401 até a Figura 4-408 é ilustrado o Reservatório Centro.

Figura 4-401 Portão de acesso ao local do Reservatório Centro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-402 Vista do Reservatório Centro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-403. Vista tubulação de entrada do Reservatório Centro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-404 Vista tubulação de saída do Reservatório Centro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-405 Vista do extravasor do Reservatório Centro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-406 Vista em torno do Reservatório Centro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-407 Vista entorno do Reservatório Centro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-408 Vista entorno do Reservatório Centro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.26 Sistema Pedro Paschoal: Poção Pedro Paschoal, Poço Desativado Pedro Paschoal, Reservatório 2.000m³, Reservatório 01, Reservatório 02 e Reservatório 03

Esse sistema de produção e reservação localiza-se em um complexo na Rua Aristides Paleari. O sistema é composto por dois poços, um em operação e outro desativado, além de quatro reservatórios, sendo três em operação e um desativado.

O Poção Pedro Paschoal recalca a água por meio de uma tubulação de Ø250mm em Ferro Fundido para dois tanques de resfriamento, uma vez que a temperatura da água captada é muito elevada, não sendo adequada para abastecimento da rede de distribuição. Após o resfriamento, a água segue para o reservatório de 2.000m³, por uma tubulação com diâmetro de 250mm em ferro fundido.

Vale destacar que o barrilete do poço não possui medidor de vazão. Portanto recomenda-se que seja implantado medidor de vazão no local, afim de medir o volume produzido pelo poço.

O tratamento da água é realizado através da aplicação de cloro e flúor por meio de pastilhas.

O Reservatório 2.000m³ Pedro Paschoal é do tipo apoiado, formato cilíndrico, fabricado em chapas metálicas.

Com relação a entrada, o reservatório duas, sendo uma com diâmetro de 250mm em ferro fundido, oriunda dos tanques resfriadores e outra com diâmetro de 50mm, proveniente do Booster Pedro Paschoal.

Já com relação a saída, o reservatório possui duas, sendo uma com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsável pelo abastecimento dos reservatórios R01, R02 e R03, localizados no mesmo complexo e outra saída com diâmetro de 200mm em ferro fundido, responsável pelo abastecimento dos bairros Jardim Claudia, Jardim Parati I, II e III, além do Vilas Parati.

Os Reservatórios R01, R02 e R03 atuam como vasos comunicantes e possuem as mesmas características construtivas. Os reservatórios são do tipo apoiado, construídos em chapas metálicas, com capacidade de armazenamento de 250m³.

Com relação a entrada o reservatório R01 possui duas, sendo uma com diâmetro de 150mm em ferro fundido, proveniente do reservatório de 2.000m³ e outra com diâmetro de 100mm em aço, oriunda do poço que atualmente encontra-se desativado.

Já com relação a saída, o reservatório R01 possui uma, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsável pela interligação dos reservatórios R01, R02 e R03.

O Reservatório 02 encontra-se inoperante, portanto seu registro da tubulação que interliga os Reservatórios 01 e 03 encontra-se fechado.

Com relação a entrada, o reservatório R03 possui uma, com diâmetro de 150mm em ferro fundido, proveniente da interligação entre os reservatórios.

Já com relação a saída, o reservatório R03 possui duas, ambas com diâmetro de 150mm em ferro fundido, responsáveis pelo abastecimento dos bairros Pedro Paschoal e Cidade Coração.

O complexo Pedro Paschoal possui sistema de monitoramento via câmeras, alarmes perimetrais, iluminação de boa qualidade, além de operador 24 horas por dia.

Na sequência da Figura 4-409 até a Figura 4-424 é ilustrado o Complexo do Pedro Paschoal, composto pelo Poção Pedro Paschoal, Poço Desativado Pedro Paschoal, Reservatório 2000m³, Reservatório 01, Reservatório 02 e Reservatório 03.

Figura 4-409. Vista do Poção



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-410 Vista da válvula de retenção



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-411 Vista macromedidor



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-412 Vista do sistema de cloro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-413 Vista dos tanques de resfriamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-414 Vista do Reservatório 2.000m³



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-415 Vista Poço Desativado Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-416 Vista do medidor de vazão do Poço Desativado Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-417 Vista das ligações entre os reservatórios



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-418 Vista das ligações entre os reservatórios



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-419 Vista dos Reservatórios 01, 02 e 03 do Complexo Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-420 Vista do sistema de monitoramento por câmeras no Complexo Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-421. Câmera de segurança do complexo Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-422 Vista do Complexo Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-423 Vista do Complexo Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-424 Vista do Complexo Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.3.27 Sistema Pedro Paschoal: Poço Pedro Paschoal e Booster

Esse sistema de produção e recalque, localiza-se na Rua Alameda Corcovado e é composto por um (01) poço e um (01) booster.

O Poço e o Booster recalcam a água diretamente para a rede de distribuição por meio de uma tubulação de Ø50mm em Aço, reforçando o abastecimento do Bairro Pedro Paschoal.

O Poço possui medidor de vazão de Ø50mm, medição de nível e laje sanitária em bom estado de conservação.

O painel elétrico do Poço e do Booster encontra-se regular no seu estado de conservação, porém, não possui inversor de frequência, não possibilitando variar a rotação da bomba.

Não é realizado tratamento da água, pois como ambos recalcam água diretamente para a rede de distribuição do Pedro Paschoal já são realizadas uma dosagem maior no reservatório.

O local onde estão instalados o Poço Pedro Paschoal e o Booster Pedro Paschoal, é cercado por alambrado, porém não possui dispositivos de segurança, como alares perimetrais e câmeras. Portanto, recomenda-se que seja contratada uma empresa especializada para realização de estudo de viabilidade para implantação do inversor de frequência no painel do Booster, bem como a implantação dos dispositivos de segurança supracitados.

Na sequência da Figura 4-425 até a Figura 4-432 é ilustrado o Sistema Pedro Paschoal.

Figura 4-425 Vista geral do Poço e Booster Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-426 Vista do Poço Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-427. Vista medidor de vazão do Poço Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-428 Vista do Booster Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-429 Vista externa painel elétrico do Poço Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-430 Vista interna painel elétrico do Poço Pedro Paschoal



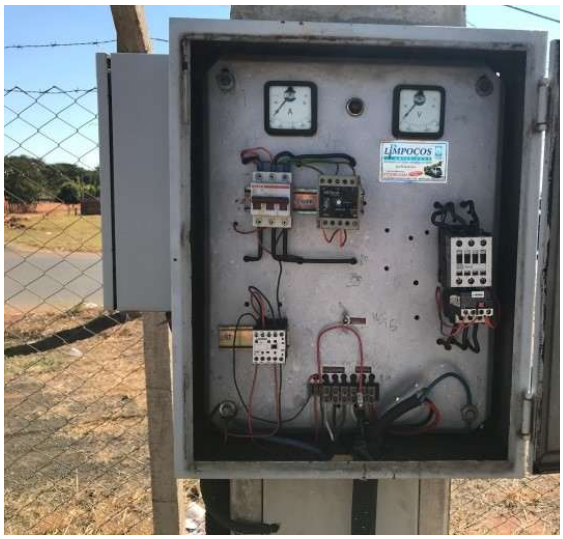
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-431 Vista externa painel elétrico do Booster Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 4-432 Vista interna painel elétrico do Booster Pedro Paschoal



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

4.4 SUGESTÕES E MELHORIAS

4.4.1 Inclusão de todas as unidades no CCO

Atualmente, o SAAEB não possui monitoramento remoto de suas unidades operacionais. Vale ressaltar que a implantação desse sistema, traz consigo benefícios significativos para a operação do sistema, otimizando tempo de resposta nas tomadas de decisão, economia com deslocamento de colaboradores volantes, economia com energia elétrica, uma vez que é possível realizar o acionamento ou parada de equipamentos elétricos via remota, além de auxiliar na redução e combate às perdas de água.

Recomenda-se, portanto, que todas as unidades possuam monitoramento remoto, indicando, no mínimo, o status dos equipamentos (no caso de bombas ligado/desligado e no caso de reservatórios a indicação do nível).

Os sistemas de telemetria deverão ser instalados em antena de rádio Ethernet e ou sistema GPRS dependendo das aplicações que serão indicadas pelo corpo técnico do SAAEB de Bebedouro, sendo assim as especificações técnicas de cada sistema devem seguir os padrões já utilizados em outras unidades, sendo:

- Sistema de telemetria por Rádio Frequência: uma antena que utiliza o protocolo ethernet usada em telemedição a distância com visada. Para o uso dessa tecnologia, é necessário o uso de pares (receptora e transmissora) além de ambas terem que estar desimpedidas de obstáculos para transmissão de sinal. Podem ser utilizados dois modelos de antenas (NANO BEAM M5 e NANO STATION). Esse sistema depende de um Controlador Lógico Programável (CLP) para operar e comunicar com as demais unidades através de uma malha de rede interna.

- Sistema de telemetria via GPRS: General Packet Radio Services, ou Serviços Gerais de Pacote por Rádio. GPRS tecnologia que tem o objetivo de aumentar as taxas de transferência de dados entre redes GSM existentes (utilizadas por celulares) permitindo o transporte de dados por pacotes.

Na Tabela 4-3 é apresenta um resumo de todas as unidades operacionais a serem vinculadas ao Centro de Controle Operacional (CCO).

Tabela 4-3. Unidades operacionais a serem inseridas no CCO

Item	**Unidade Operacional**	
1	**Captações**	CAP 01
2		CAP 02
3	**Estações de Tratamento de Água**	ETA 01
4		ETA 02
5	**Poços**	Pocinho ETA 01
6		Poço ETA 02 Velho
7		Poço ETA 02 Novo
8		São Carlos
9		FECCIB
10		Tropical Velho
11		Tropical Novo
12		Botafogo Posto
13		Botafogo Campo

Tabela 4-3. Unidades operacionais a serem inseridas no CCO

Item	Unidade Operacional	
14		Júlia Velho
15		Júlia Novo
16		Andes
17		Poção Pedro Paschoal
18		Poço Pedro Paschoal
19		Turvínia Praça
20		Turvínia
21		Elizabeth
22		Santaella
23		Europa
24		Jordana Velho
25		Jordana Novo
26		Boa Vista
27		SetJardim
28		Souza Lima
29		Cláudia
30		Primavera
31		Pocinho Sanderson
32		Poção Sanderson
33		Progresso
34		Areias
35		Portal do Lago 02
36	**Reservatórios**	Reservatório Torre ETA 01
37		Reservatório Serviço ETA 02
38		Reservatório 1.000m³ ETA 02
39		Reservatório São Carlos ETA 02
40		Reservatório 2.000m³ ETA 02
41		Reservatório Caixa I ETA 01
42		Reservatório Caixa II ETA 01
43		Reservatório Almoxarifado ETA 01
44		Reservatório Serviço ETA 01
45		Centro
46		Tropical Alto/Baixo
47		Sanderson
48		Progresso Elevado
49		Progresso Alto/Baixo
50		Cláudia Alto/Baixo
51		Primavera
52		Rassim Dibe
53		Reservatório 01 Pedro Paschoal
54		Reservatório 03 Pedro Paschoal

Tabela 4-3. Unidades operacionais a serem inseridas no CCO

Item	Unidade Operacional	
55		Reservatório 2.000m³ Pedro Paschoal
56		Turvínia
57		Jardim Itália
58		Souza Lima
59		SetJardim
60		Botafogo Posto
61		Botafogo Campo
62		Elizabeth
63		Jordana 1.000m³
64		Jordana 500m³
65		Jordana Alto/Baixo
66		Centenário
67		Boa Vista Alto/Baixo
68		Torres Gêmeas
69		FECCIB
70		Europa
71		Portal do Lago 02
72		Andes
73		Areias
74	**Booster e EEAT**	B01 (ETA I)
75		B02 (ETA I)
76		B03 (ETA I)
77		B04 (ETA I)
78		B05 (ETA I)
79		B06 (ETA I)
80		B01 (ETA II)
81		B02 (ETA II)
82		B03 (ETA II)
83		B04 (ETA II)
84		B05 (ETA II)
85		B06 (ETA II)
86		B07 (ETA II)
87		Pedro Paschoal

O Sistema de Abastecimento de Água do município de Bebedouro conta com 87 elementos, divididos entre captações, ETA's, poços, reservatórios, boosters e elevatórias. Porém, muitos estão nas mesmas instalações. Portanto, a implantação de apenas um painel de telemetria atende a todos os elementos. Isso posto, foram identificados 37 pontos de telemetria.

4.4.2 Implementação de inversor de frequência em todos os painéis

Os inversores de frequência também podem ser aplicados no sistema de abastecimento de água, tanto nos recalques para reservatórios como nos sistemas de pressurização do tipo Booster, essa aplicação traz muitas vantagens elétricas e hidráulicas, possibilitando aos operadores ter o controle das vazões e pressões do sistema.

Outra vantagem para esse tipo de aplicação é o controle do tipo malha fechada (PID), nessa configuração os equipamentos operam sempre em busca de um valor de referência, exemplo: um booster trabalhando sempre para manter uma pressão constante na rede variando a vazão do sistema, nesses casos informam através da telemetria dados que estão fora do ponto de operação (ex: se a vazão ultrapassar um limite máximo horário), essa informação poderá indicar que existe um aumento de consumo no setor podendo ser caracterizado como novo vazamento, entre outros benefícios financeiros na redução de energia elétrica que é uma das maiores despesas diretas de todo órgão responsável pelo sistema de abastecimento de água de algum município.

Na Tabela 4-4 é apresentado os sistemas de bombeamentos que necessitam da implantação de inversores de frequência, visando a melhor eficiência energética e operacional do sistema.

Tabela 4-4. Sistemas de bombeamento para implantação de Inversor de Frequência

Item	Unidade	
1	**Booster e EEAT**	B01 (CAP I)
2		B02 (CAP II)
3		B01 (CAP II)
4		B02 (CAP II)
5		B01 (ETA I)
6		B02 (ETA I)
7		B03 (ETA I)
8		B04 (ETA I)
9		B05 (ETA I)
10		B06 (ETA I)
11		B01 (ETA II)
12		B02 (ETA II)
13		B03 (ETA II)
14		B04 (ETA II)
15		B05 (ETA II)
16		B06 (ETA II)
17		B07 (ETA II)

Tabela 4-4. Sistemas de bombeamento para implantação de Inversor de Frequência

Item	Unidade	
18		Pedro Paschoal
19		Vertedouro CAP 01
20		Sanderson

4.4.3 Contratação de laudos estruturais para os reservatórios

Durante as visitas técnicas realizadas para a elaboração do presente relatório, foram identificados 38 reservatórios em operação no município de Bebedouro. Alguns dos reservatórios já apresentam vazamentos e pontos de corrosão, tendo suas armações em aço aparentes, como já abordado. Portanto, recomenda-se que além destes, que já apresentam avarias, sejam contemplados todos os reservatórios no plano de contratação de laudos estruturais, para que seja possível trabalhar no preventivo, ou seja, antes de aparecerem possíveis vazamentos, ou problemas estruturais.

Assim, para todos reservatórios do sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro, recomenda-se realizar o seguinte procedimento em campo por profissionais especializados:

- Realizar ensaios de campo para obtenção de informações técnicas do reservatório existente;
- Realizar um diagnóstico das condições estruturais do reservatório;
- Elaborar projeto básico e especificações para recuperação do reservatório.

Ressalta-se que tais atividades não devem ser executadas em todas unidades em uma única contratação, ou seja, deve ser previsto realizar os testes em todos os reservatórios no horizonte de 10 anos, iniciando por aqueles que foram construídos há mais tempo ou que apresentam avarias.

Para os reservatórios metálicos, recomendam-se executar no campo seguintes testes:

- Espessura de tinta (recomenda-se que espessura de tinta no lado interno seja igual ou superior a 300 micrometros);
- Aderência de tinta (recomenda-se que a aderência interna seja compatível com SA3 e no lado externo com SA2.1/2);
- Espessura de aço (recomenda-se que o fundo tenha espessura no mínimo de 6,3mm e no costado e teto a espessura mínima deve ser 4,75mm);

- Porosidade de solda nos cruzamentos (para verificar se existe tendência de enfraquecimento da solda).

Para os reservatórios de concreto armado, recomendam-se executar no campo seguintes testes:

- Ensaios de esclerometria: Este é um ensaio não destrutivo e destina-se a conhecer as características do concreto quanto à sua resistência e homogeneidade através de sua aparente resistência superficial, que é estimada de acordo com os procedimentos da NBR 7584:1995 para concreto endurecido;
- Ensaios de percussão para auscultação de sons cavos: Este é um ensaio prático de campo e não destrutivo da estrutura e que permite a identificação de danos estruturais não aparentes provenientes segregação do concreto por falhas de adensamento e de corrosão de armaduras que provocam o desplacamento do concreto que as recobrem, bem como também permite identificar pontos de ninhos de concretagens ocultos sob a camada de cobrimento do aço das estruturas;
- Ensaios de alcalinidade do concreto: Neste ensaio procura-se identificar a região e/ou a camada do concreto que está carbonatada, e por esse motivo não oferece mais a proteção às armaduras, que passam a sofrer o processo de corrosão e deterioração;
- Ensaios de pacometria: Este é um ensaio não destrutivo da estrutura e tem por objetivo identificar as armaduras existentes em seu interior, suas posições, espaçamentos e dimensões, para que se verifique se essas estão de acordo com o projeto estrutural;
- Extração de Testemunhos para ensaios de resistência do concreto a compressão em laboratório: Este ensaio tem por objetivo confrontar a resistência do concreto obtido no ensaio de laboratório com a resistência da estrutura em estudo e determinada em projeto, para verificar se a resistência especificada em projeto foi alcançada; também serve para relacioná-lo com os resultados obtidos nos ensaios de carbonatação e esclerometria, de maneira a cruzar os resultados para podermos ter maior certeza e clareza na avaliação e conclusão dos resultados dos mesmos;
- Ensaio de resistência ao arranchamento: este ensaio serve para verificação da capacidade do substrato em suportar a aderência dos novos reparos e

revestimentos, para poder se executar os preparos adequados do mesmo, visando trabalhos duráveis.

Na sequência são apresentadas fotografias dos testes preventivos nas estruturas de concreto visando minimizar possíveis vazamentos que poderão ocorrer.

Figura 4-433 - Vista durante o ensaio de esclerometria.



Figura 4-434 - Vistas do ensaio de percussão para auscultação de sons cavos



Figura 4-435 - Vistas do ensaio de alcalinidade do concreto



Figura 4-436 - Vistas do ensaio de pacometria.



Figura 4-437 - Vistas do ensaio de extração de testemunhos para ensaios de resistência do concreto a compressão em laboratório.



Figura 4-438 - Vistas do ensaio de resistência ao arranchamento.



Na Tabela 4-5 são apresentados os investimentos necessários para realizar os testes nos reservatórios metálicos e concreto no sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro. Vale ressaltar que a ordem de prioridade deve ser dos reservatórios que já apresentam alguma avaria em sua estrutura.

Tabela 4-5. Tabela resumo dos reservatórios existentes

Reservatório	**Tipo**	**Material**	**Volume (m³)**
Reservatório Torre ETA 01	Elevado	Concreto Armado	129
reservatório Serviço ETA 02	Elevado	Concreto Armado	-
Reservatório 1.000m³ ETA 02	Apoiado	Chapa Metálica	1.000
Reservatório São Carlos ETA 02	Apoiado	Chapa Metálica	500
Reservatório 2.000m³ ETA 02	Enterrado	Concreto Armado	2.000
Reservatório Caixa I ETA 01	Semi-Enterrado	Concreto Armado	1.000
Reservatório Caixa II ETA 01	Semi-Enterrado	Concreto Armado	1.000

Tabela 4-5. Tabela resumo dos reservatórios existentes

Reservatório	Tipo	Material	Volume (m³)
Reservatório Almoxarifado ETA 01	Semi-Enterrado	Concreto Armado	1.270
Reservatório Serviço ETA 01	Semi-enterrado	Concreto Armado	700
Centro	Semi-enterrado	Chapa Metálica	500
Tropical Alto/Baixo	Câmara Dupla	Concreto Armado	600/500
Sanderson	Apoiado	Chapa Metálica	2.000
Progresso Elevado	Elevado	Concreto Armado	500
Progresso Alto/Baixo	Câmara Dupla	Concreto Armado	500/500
Cláudia Alto/Baixo	Câmara Dupla	Concreto Armado	400/400
Primavera	Apoiado	Chapa Metálica	250
Rassim Dibe	Apoiado	Concreto Armado	280
Reservatório 01 Pedro Paschoal	Apoiado	Chapa Metálica	250
Reservatório 03 Pedro Paschoal	Apoiado	Chapa Metálica	250
Reservatório 2.000m³ Pedro Paschoal	Apoiado	Chapa Metálica	2.000
Turvínia	Elevado	Concreto Armado	150
Jardim Itália	Elevado	Chapa Metálica	250
Souza Lima	Apoiado	Chapa Metálica	250
SetJardim	Apoiado	Chapa Metálica	1.000
Botafogo Posto	Elevado	Concreto Armado	150
Botafogo Campo	Elevado	Concreto Armado	80
Elizabeth	Elevado	Concreto Armado	60
Jordana 1.000m³	Elevado	Chapa Metálica	1.000

Tabela 4-5. Tabela resumo dos reservatórios existentes

Reservatório	Tipo	Material	Volume (m³)
Jordana 500m³	Apoiado	Chapa Metálica	500
Jordana Alto/Baixo	Câmara Dupla	Concreto Armado	500/500
Centenário	Semi-enterrado	Concreto Armado	750
Boa Vista Alto/Baixo	Câmara Dupla	Concreto Armado	250/250
Torres Gêmeas	Apoiado	Chapa Metálica	250/250
FECCIB	Apoiado	Chapa Metálica	15
Europa	Apoiado	Chapa Metálica	250
Portal do Lago 02	Apoiado	Chapa Metálica	450
Andes	Elevado	Concreto Armado	150
Areias	Elevado	Chapa Metálica	15

4.4.4 Instalação de câmeras de segurança com alarmes e sensores perimetrais nas unidades operacionais e isolamento das unidades

É muito comum a ocorrência de vandalismos ou furtos em unidades operacionais de sistemas de abastecimento de água. Portanto, para que seja assegurado a segurança do local, recomenda-se a instalação de câmeras, sensores perimetrais com alarmes e o reparo ou implantação do cercamento de algumas unidades que apresentam avarias ou não possuem qualquer tipo de isolamento, como já foi abordado anteriormente.

Na Tabela 4-6 são apresentadas as unidades a serem instaladas câmeras de segurança e alarmes com sensores perimetrais.

Tabela 4-6. Locais para implantação de câmeras e alarmes

Item	Unidade		Câmeras e Alarmes Perimetrais
1	Poços	São Carlos	x
2		FECCIB	x
3		Sistema Tropical	x
4		Júlia Velho	x

Tabela 4-6. Locais para implantação de câmeras e alarmes

Item	Unidade		Câmeras e Alarmes Perimetrais
5		Andes	x
6		Poço Pedro Paschoal	x
7		Santaella	x
8		Europa	x
9		Boa Vista	x
10		Souza Lima	x
11		Cláudia	x
12		Primavera	x
13		Sistema Sanderson	x
14		Sistema Progresso	x
15	**Reservatórios**	Centro	x
16		Boa Vista Alto/Baixo	x
17		FECCIB	x

Já na Tabela 4-7 são apresentados os locais os será necessário a implantação de cercamento, além das câmeras de segurança e alarmes com sensores perimetrais.

Tabela 4-7. Locais para implantação de câmeras e alarmes, além de cercamento

Item	Unidade		Isolamento da Área	Câmeras e Alarmes Perimetrais
1	**Poço**	Botafogo Posto	x	x
2		Sistema Botafogo Campo	x	x
3		Júlia Novo	x	x
4		Turvínia Praça	x	x
5		Turvínia	x	x
6		Elizabeth	x	x
7		Sistema Areias	x	x
8		Portal do Lago 02	x	x
9	**Reservatório**	Cláudia Alto/Baixo	x	x
11		Jardim Itália	x	x
12		Botafogo Posto	x	x
16		Andes	x	x
18	**Booster**	Pedro Paschoal	x	x

Portanto, como foi apresentado nas Tabela 4-6 e Tabela 4-7, serão 29 pontos para instalação de câmeras e alarmes com sensores perimetrais e 18 pontos para implantação

de cercamento do local. Vale salientar que para a estimativa de valores orçamentários, foram considerados 3 câmeras e 2 sensores perimetrais com alarme.

4.4.5 Contratação de empresa especializada para adequação e implantação de melhorias nas Captações de Água Superficial (CAP 01 e CAP 02) e nas Estações de Tratamento de Água (ETA 01 e ETA 02)

Durante as visitas foram constatadas diversas ações necessárias para que haja uma melhora do sistema captação de água bruta, bem como no tratamento de água do município de Bebedouro. Tanto as captações CAP 01 e CAP 02, quanto as Estações de tratamento de água, ETA' 01 e 02 apresentam problemas que afetam a eficiência do sistema operacional.

A seguir serão listados alguns problemas identificados em visita bem como as situações apontadas pelos operadores.

- **CAP 01**

- Vazamento em um dos registros da tubulação de recalque, acarretando perda de água no sistema.

Figura 4-439. Vista do registro com vazamento

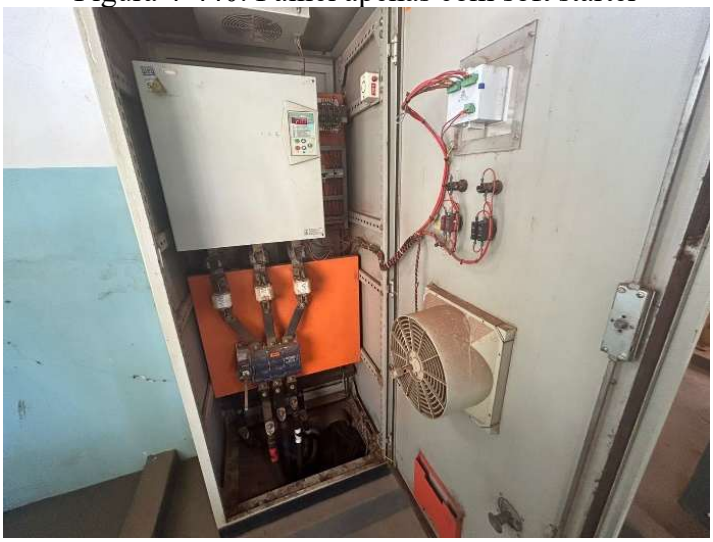


Fonte: Novaes, 2024.

- Necessidade de implantação de inversor de frequência, para que seja possível realizar o ajuste de vazão, melhorando assim a eficiência energética do conjunto motor-bomba. Outro ponto com relação ao painel é que o conjunto é acionado de forma manual,

portanto, recomenda-se a contratação de uma empresa especializada para automação do equipamento.

Figura 4-440. Painel apenas com soft starter



Fonte: Noves, 2024.

- **CAP 02**

- Necessidade de implantação de inversor de frequência, para que seja possível realizar o ajuste de vazão, melhorando assim a eficiência energética do conjunto motor-bomba. Outro ponto com relação ao painel é que o conjunto é acionado de forma manual, portanto, recomenda-se a contratação de uma empresa especializada para automação do equipamento.

Figura 4-441. Painel apenas com soft starter



Fonte: Novaes, 2024.

- Substituição das comportas do canal de água bruta, devido a degradação apresentada.

Figura 4-442. Comportas a serem substituídas



Fonte: Novaes, 2024.

- Implantação de guarda-corpo para acesso as comportas, bem como iluminação no local. Segundo os operadores, no local não há luz, impossibilitando possíveis manobras no período noturno.

Figura 4-443. Falta de guarda corpo na passarela para acesso as comportas



Fonte: Novaes, 2024.

- Substituição da tampa da caixa do abrigo do macromedidor.

Figura 4-444. Tampa da caixa de abrigo do macromedidor



Fonte: Novaes, 2024.

- **ETA 01**

  - Vazamento nos registros de descarga dos filtros.

Figura 4-445. Vazamento das descargas dos filtros



Fonte: Novaes, 2024.

- Reativação de um dos quatro módulos de floculação.

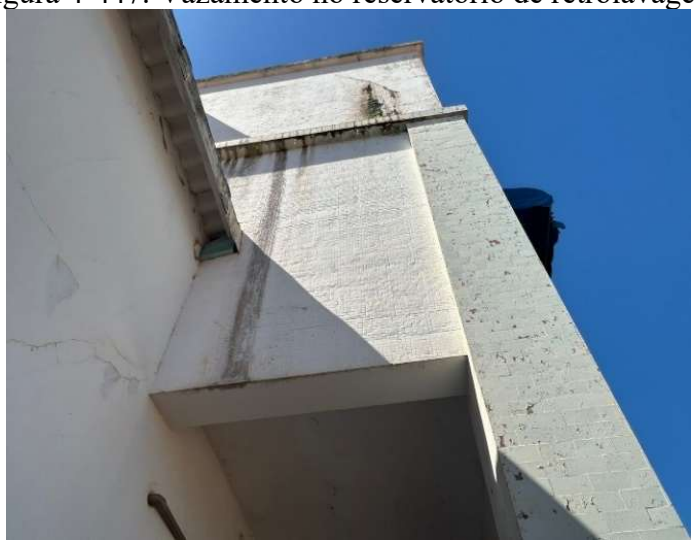
Figura 4-446. Módulo de floculação desativado



Fonte: Novaes, 2024.

- Vazamento no reservatório de retrolavagem.

Figura 4-447. Vazamento no reservatório de retrolavagem



Fonte: Novaes, 2024.

- **ETA 02**

- Substituição das 5 comportas existentes entre os decantadores e os filtros, as atuais não realizam a vedação de forma plena.

Figura 4-448. Registro de uma das comportas a serem substituídas



Fonte: Novaes, 2024.

- Substituição do registro de Ø300mm localizado na tubulação de saída de água tratada e do registro de Ø200mm localizado na tubulação de retrolavagem.

Figura 4-449. Registro de 300mm com vazamento



Fonte: Novaes, 2024

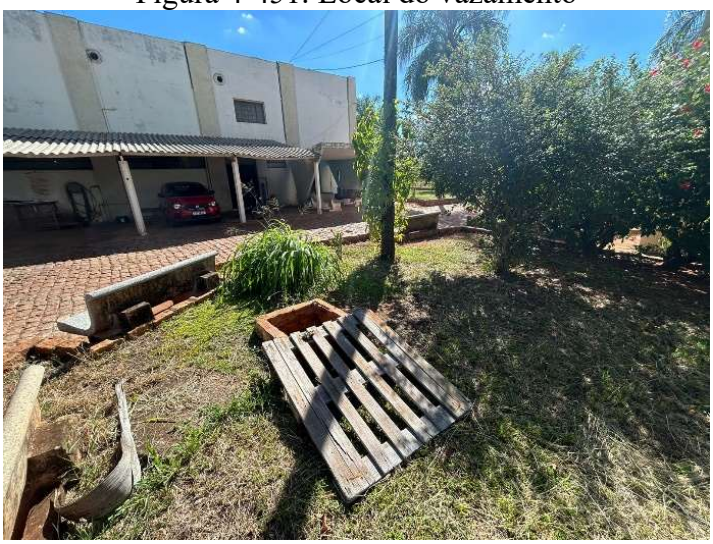
Figura 4-450. Registro de 200mm com vazamento



Fonte: Novaes, 2024

- Vazamento existente em uma rede proveniente da ETA, porém os operadores não sabem apontar de qual etapa do tratamento. Foram realizadas análises da água e constatado que a mesma é tratada.

Figura 4-451. Local do vazamento



Fonte: Novaes, 2024.

Figura 4-452. Vista do vazamento



Fonte: Novaes, 2024.

4.5 RESUMO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS

A seguir é apresentada a Tabela 4-8, nela são apontados todos pontos de melhoria identificados durante a visita técnica. Vale salientar que na tabela a letra “x” representa a necessidade de implantação, enquanto o caractere “-” representa a existência ou não aplicabilidade na unidade.

Tabela 4-8. Tabela resumo dos pontos de melhorias identificados

Unidade		Telemetria	Inversor de Frequência	Laudos Estruturais	Isolamento da Área	Câmeras e Alarmes Perimetrais	Contratação de projeto executivo para melhorias e reformas
Captações	CAP 01	x	x	-	-	-	x
	CAP 02	x	x	-	-	-	x
Estações de Tratamento de Água	ETA 01	x	-	-	-	-	x
	ETA 02	x	-	-	-	-	x
Poços	Pocinho ETA 01	x	-	-	-	-	x
	Poço ETA 02 Velho	x	-	-	-	-	x
	Poço ETA 02 Novo	x	-	-	-	-	-
	São Carlos	x	-	-	-	x	x
	FECCIB	x	-	-	-	x	-
	Tropical Velho	x	-	-	-	x	-
	Tropical Novo	x	-	-	-	x	-
	Botafogo Posto	x	-	-	x	x	-
	Botafogo Campo	x	-	-	x	x	-
	Júlia Velho	x	-	-	-	x	-
	Júlia Novo	x	-	-	x	x	-
	Andes	x	-	-	-	x	-
	Poção Pedro Paschoal	x	-	-	-	-	x

Tabela 4-8. Tabela resumo dos pontos de melhorias identificados

Unidade		Telemetria	Inversor de Frequência	Laudos Estruturais	Isolamento da Área	Câmeras e Alarmes Perimetrais	Contratação de projeto executivo para melhorias e reformas
Poços	Poço Pedro Paschoal	x	-	-	-	x	-
	Turvínia Praça	x	-	-	x	x	x
	Turvínia	x	-	-	x	x	x
	Elizabeth	x	-	-	x	x	x
	Santaella	x	-	-	-	x	-
	Europa	x	-	-	-	x	-
	Jordana Velho	x	-	-	-	-	-
	Jordana Novo	x	-	-	-	-	-
	Boa Vista	x	-	-	-	x	-
	SetJardim	x	-	-	-	-	x
	Souza Lima	x	-	-	-	x	-
	Cláudia	x	-	-	-	x	-
	Primavera	x	-	-	-	x	-
	Pocinho Sanderson	x	-	-	-	x	x
	Poção Sanderson	x	-	-	-	x	x
	Progresso	x	-	-	-	x	x
	Areias	x	-	-	x	x	-
	Portal do Lago 02	x	-	-	x	x	-

Tabela 4-8. Tabela resumo dos pontos de melhorias identificados

Unidade		Telemetria	Inversor de Frequência	Laudos Estruturais	Isolamento da Área	Câmeras e Alarmes Perimetrais	Contratação de projeto executivo para melhorias e reformas
Reservatórios	REL-01 (ETA 01)	x	-	x	-	-	-
	REL-02 (ETA 02)	x	-	x	-	-	-
	REL-03 (ETA 02)	x	-	x	-	-	-
	REL-04 (ETA 02)	x	-	x	-	-	-
	REN-01 (ETA 02)	x	-	x	-	-	-
	RSE-02 (ETA 01)	x	-	x	-	-	-
	RSE-03 (ETA 01)	x	-	x	-	-	-
	RSE-04 (ETA 01)	x	-	x	-	-	-
	RSE-05 (ETA 01)	x	-	x	-	-	-
	Centro	x	-	x	-	x	-
	Tropical Alto/Baixo	x	-	x	-	x	-
	Sanderson	x	-	x	-	x	x

Tabela 4-8. Tabela resumo dos pontos de melhorias identificados

Unidade		Telemetria	Inversor de Frequência	Laudos Estruturais	Isolamento da Área	Câmeras e Alarmes Perimetrais	Contratação de projeto executivo para melhorias e reformas
Reservatórios	Progresso Elevado	x	-	x	-	x	x
	Progresso Alto/Baixo	x	-	x	-	x	x
	Cláudia Alto/Baixo	x	-	x	x	x	x
	Primavera	x	-	x	-	x	-
	Rassim Dibe	x	-	x	-	-	-
	Reservatório 01 Pedro Paschoal	x	-	x	-	-	-
	Reservatório 03 Pedro Paschoal	x	-	x	-	-	-
	Reservatório 2.000m³ Pedro Paschoal	x	-	x	-	-	-
	Turvínia	x	-	x	x	x	x
	Jardim Itália	x	-	x	x	x	-
	Souza Lima	x	-	x	-	x	-
	SetJardim	x	-	x	-	-	-
	Botafogo Posto	x	-	x	x	x	x
	Botafogo Campo	x		x	x	x	x
	Elizabeth	x	-	x	x	x	x

Tabela 4-8. Tabela resumo dos pontos de melhorias identificados

Unidade		Telemetria	Inversor de Frequência	Laudos Estruturais	Isolamento da Área	Câmeras e Alarmes Perimetrais	Contratação de projeto executivo para melhorias e reformas
Reservatórios	Jordana 1.000m³	x	-	x	-	-	-
	Jordana 500m³	x	-	x	-	-	-
	Jordana Alto/Baixo	x	-	x	-	-	-
	Centenário	x	-	x	-	-	-
	Boa Vista Alto/Baixo	x	-	x	-	x	x
	Torres Gêmeas	x	-	x	-	x	-
	FECCIB	x	-	x	-	x	-
	Europa	x	-	x	-	x	-
	Portal do Lago 02	x	-	x	x	x	x
	Andes	x	-	x	x	x	x
	Areias	x	-	x	x	x	x
Booster e EEAT	B01 (ETA I)	x	x	-	-	-	x
	B02 (ETA I)	x	x	-	-	-	x
	B03 (ETA I)	x	x	-	-	-	x
	B04 (ETA I)	x	x	-	-	-	x
	B05 (ETA I)	x	x	-	-	-	x

Tabela 4-8. Tabela resumo dos pontos de melhorias identificados

Unidade		Telemetria	Inversor de Frequência	Laudos Estruturais	Isolamento da Área	Câmeras e Alarmes Perimetrais	Contratação de projeto executivo para melhorias e reformas
	B06 (ETA I)	x	x	-	-	-	x
	B01 (ETA II)	x	x	-	-	-	x
	B02 (ETA II)	x	x	-	-	-	x
	B03 (ETA II)	x	x	-	-	-	x
	B04 (ETA II)	x	x	-	-	-	x
	B05 (ETA II)	x	x	-	-	-	x
	B06 (ETA II)	x	x	-	-	-	x
	B07 (ETA II)	x	x	-	-	-	x
	Pedro Paschoal	x	x	-	x	x	x

Já a Tabela 4-9 reúne as estimativas de orçamentos necessários para a realização das melhorias previstas. Salienta-se que a execução de todos os investimentos apontados requer projetos e orçamentos detalhados, levando em consideração as particularidades do momento do investimento.

Tabela 4-9. Estimativa de custos para implantação das melhorias propostas

Investimentos necessários	**Valor estimado**
Implantação de CCO	R$ 809.000,00
Implementação de inversor de frequência	R$ 2.347.500,00
Contratação de laudos estruturais para os reservatórios	R$ 456.000,00
Instalação de câmeras de segurança com alarmes perimetrais	R$ 441.000,00
Contratação de projeto executivo para melhorias e reformas nas estações de tratamento de água incluindo laudo e projetos estruturais (CAP 01 e CAP 02)	R$ 300.000,00
Contratação de projeto executivo para melhorias e reformas nas estações de tratamento de água incluindo laudo e projetos estruturais (ETA 01 e ETA 02)	R$ 600.000,00
TOTAL	R$ 4.953.500,00

No Anexo 4-1 é apresentado a planilha orçamentária detalhada dos valores supracitados.

5. PROJETO DE SETORIZAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Entende-se por setor a área perfeitamente delimitada, por meio de fechamento de registros, intervenções hidráulicas, ou naturalmente por acidentes geográficos, avenidas, linhas férreas, ou outros, e cuja fonte de alimentação é conhecida e mensurável por macromedição.

A implantação dos setores além de apresentar benefícios diretos, tais como estudos de indicação de vazamentos não visíveis e de ligações clandestinas, gera benefícios indiretos como manutenção preventiva de peças especiais e melhor adequação das redes, permitindo o isolamento de pequenas áreas para serviços de reparos, maior flexibilidade nos fluxos d'água e levantamentos sistemáticos de dados operacionais e de projeto (vazões e pressões).

O tamanho de um setor deve levar em conta os seguintes fatores:

- Rede de alimentação: a dimensão da rede ou redes de alimentação do setor deve ser suficiente para abastecer a área sem afetar as demandas necessárias e ter velocidades de água compatíveis com os limites de precisão dos aparelhos de medição de vazão. É preferível ter apenas uma rede alimentadora, bastando para a medição global a instalação de um único macromedidor que deve se localizar em média a uma distância equivalente a 2 diâmetros a montante e 5 diâmetros a jusante de qualquer singularidade na tubulação, tais como curvas, válvulas, etc. Ressalta-se que tais distâncias são indicadas pelo fabricante dos equipamentos de macromedição de vazão;
- Fechamento de registros: é recomendado que a quantidade de registros a serem fechados para isolar o setor não deve ser superior a 20.

Cada setor de abastecimento é definido pela área suprida por um reservatório de distribuição (elevado, apoiado, semienterrado ou enterrado), destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição, e condicionar adequadamente as pressões na rede. O abastecimento da rede por derivação direta de adutora que possui recalque com bomba de rotação fixa é condenável, pois o controle de pressões torna-se praticamente impossível diante das grandes oscilações de pressão decorrentes de tal situação.

Os limites dos setores de abastecimento podem ser divididos por zonas de pressão, cujas pressões estática e dinâmica devem obedecer a limites pré-fixados, segundo a Norma Técnica NBR 12.218 onde é aconselhável que a pressão estática

máxima nas tubulações não seja superior a 400 kPa (40,0 mca), e a pressão dinâmica mínima, não deve ser inferior a 100 kPa (10,0 mca).

A nova proposta de setorização do município de Bebedouro se baseou nas cotas altimétricas das regiões de abastecimento de cada reservatório, buscando cumprir com os valores de pressões sugeridos por norma, bem como à todas as sugestões supracitadas. Além disso, a delimitação dos setores terá o propósito de que possuam uma única rede de alimentação, sejam estanques evitando misturas de água entre setores de abastecimento, e cuja fonte de alimentação possua volume compatível com a quantidade de economias previstas para os setores.

Dessa forma é possível o monitoramento dos consumos e consequentemente das perdas que possam ocorrer nos setores.

Para isso são apresentados a seguir os métodos utilizados nos cálculos e determinação desses limites, e por fim o detalhamento de cada setor proposto.

5.1 ESTUDO DA ATUAL SITUAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

Em análise às plantas cadastrais existentes e conforme informações prestadas pela Equipe Técnica do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Bebedouro (SAAEB), pôde-se observar que principalmente a sede do município de Bebedouro, o sistema de abastecimento de água existente não possui uma setorização eficiente.

Embora tenha sido elaborado um Plano Diretor de Combate às Perdas de Água para o município em 2018, conforme informações e análises realizadas foi verificado que os propósitos apresentados no referido plano não foram implementados.

Por conta disso e em virtude do crescimento do município, implantação de novos empreendimentos e atualização dos elementos cadastrais, é proposto para este novo Plano a elaboração dos estudos de setorização independentemente das propostas apresentadas pelo estudo anterior.

5.2 ESTIMATIVA DO NÚMERO DE ECONOMIAS

Para quantificar o número de ligações existentes foi utilizada uma planilha comercial fornecida pela Equipe Técnica do SAAEB, a qual contém classificadas as ligações existentes do município, informando seu código, endereço, categoria, quantidade de economias, número do hidrômetro e os consumos de cada ligação. A fim de poder

atribuir futuramente cada ligação ao seu setor, foi utilizado o método de geocodificação das ligações da planilha apresentada utilizando ferramenta do Google Planilhas.

A geocodificação é realizada a partir o endereço completo da ligação, quando que para cada ligação é atribuída uma coordenada geográfica (latitude e longitude), gerando ao final da etapa uma planilha de todas as ligações com suas respectivas coordenadas.

Essa planilha é importada para dentro do software QGis, onde os pares de coordenadas são convertidos em pontos inseridos no espaço do mapa indicando a posição de cada ligação.

Entretanto a locação de algumas ligações pelo processo automático de geocodificação se apresentam distantes do posicionamento correto, sendo necessária a intervenção manual para realocar essas ligações.

Em alguns casos quando há bairros recentemente implantados e a base de dados do Google ainda não foi atualizada, pontos referentes às ligações desses bairros são alocados em áreas distantes, e muitas vezes em outros municípios. Também nesse caso essas ligações são posicionadas manualmente para os locais corretos.

O resultado pode ser verificado na imagem a seguir, onde o ponto representa a ligação de água posicionada no mapa que possui a imagem do Google Earth ao fundo (Figura 5-1).

Figura 5-1. Ligações de água espacializadas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Após a espacialização de todas as ligações existentes foi efetuada a demarcação dos lotes vagos da cidade. Cada quadra da cidade foi analisada visualmente e onde foi identificado um lote vago foi atribuído um ponto indicativo. Na Figura 5-2 a seguir é possível verificar os pontos das ligações existentes espacializadas e os pontos indicativos de lotes vagos.

Figura 5-2. Indicação de lotes vagos



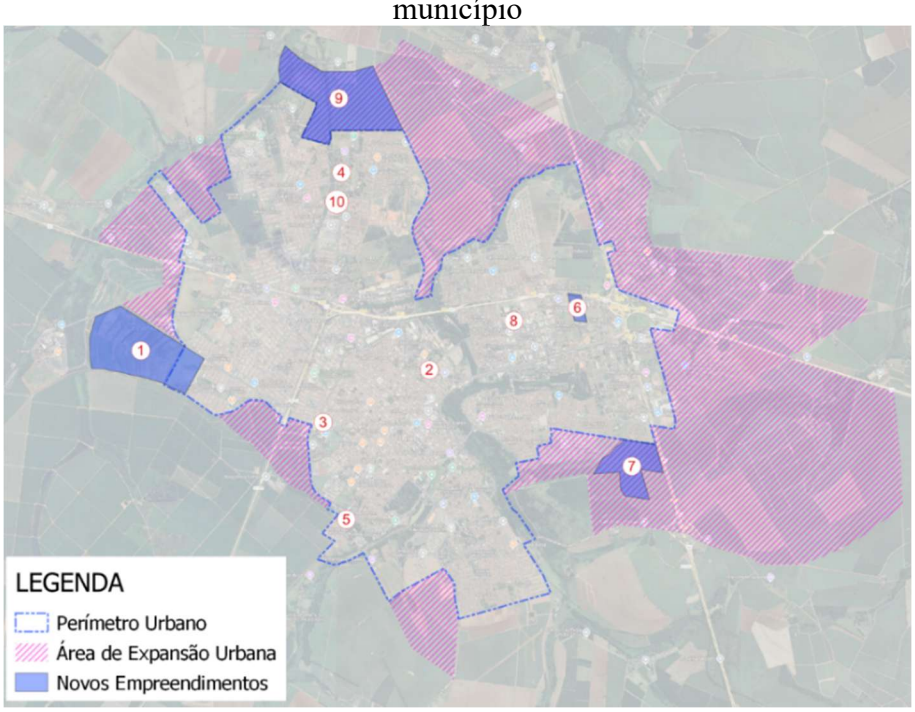
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Foi disponibilizado por parte da Equipe Técnica do SAAEB, a relação dos novos empreendimentos que já possuem diretrizes e em fase de implantação.

As áreas desses novos empreendimentos foram espacializadas no mapa cadastral e foi atribuída uma vazão de consumo para um conforme informado em projeto de implantação.

Na Figura 5-3 é possível verificar a localização de cada novo empreendimento espacializado, bem como na Tabela 5-1 verificar a quantidade de economias e a vazão de consumo de cada um deles.

Figura 5-3. Locação de novos empreendimentos e limites urbano e de expansão do município



Fonte: Novaes Engenharia,2024.

Tabela 5-1. Relação de novos empreendimentos

ITEM	NOME	INTERESSADO	TIPO	QT. ECON.	VAZÃO (L/s)
1		SIENAH CONSTRUÇÕES E IMÓVEIS LTDA.	Loteamento Residencial	474	7,900
2		MARCIO ROBERTO DA ROCHA LEGAL	Prédio de Apartamentos	49	0,817
3		DENISE M. ZOLLA	Condomínio Vertical Misto	147	2,450
4		ERICK PIMENTEL RIBEIRA	Condomínio Residencial Multifamiliar Horizontal	22	0,367
5		PIERÍS EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA	Condomínio Fechado de Lotes Residenciais	6	0,277
6		RODOLFO MAHLE	Galpões Logísticos	0	5,013
7	JARDIM EUROPA II	JF BRICKS EMPREENDIMENTOS LTDA.	Loteamento Residencial	939	15,650
8	SOL	MILAMARI EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÕES LTDA.	Condomínio Empresarial	0	5,788
9	ITAJAÍ	MAXIMILIANO MARINHO	Loteamento Residencial	2.482	41,367
10		PAFIL EMPREENDIMENTOS	Condomínio Residencial Vertical e Loteamento	246	4,100
TOTAIS				**4.365**	**83,729**

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Foram também analisadas no entorno da cidade, as áreas vazias no entorno da cidade, dentro do perímetro urbano bem como nos espaços destinados a expansão urbana.

A essas áreas foi efetuado um cálculo para apurar uma quantidade estimada de lotes que possam vir a serem implantados, utilizando a seguinte expressão:

$$Total\ de\ \frac{Lotes}{Unidades} = \left(\frac{Área\ do\ Imóvel}{10000}\right) \times 20$$

onde o valor '10000' considera que cada quarteirão possua uma área de 10.000 m², e o valor '20' considera que cada quarteirão possua 20 lotes/economias.

Após a identificação e o cálculo de unidades desses espaços vazios, foi indicado no mapa uma feição pontual sobre a área, atribuindo a esse ponto uma vazão média calculada de consumo referente a quantidade de unidades apuradas, cujo valor será utilizado na simulação hidráulica possibilitando a análise de abastecimento dessas áreas.

Portanto, na Tabela 5-2 a seguir, é indicada a quantidade de ligações existentes espacializadas, o total de economias dessas ligações, e também o total de economias previstas para os futuros empreendimentos e áreas vazias.

Tabela 5-2. Quantificação de economias

ITEM	DESCRIÇÃO	QTDE. DE LOTES/LIGAÇÕES	QTDE. DE ECONOMIAS
1	Ligações Existentes	32.384	33.480
2	Lotes Vagos	5.217	5.217
3	Novos Empreendimentos	1.815	1.815
TOTAIS		**34.716**	**40.512**

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.3 CONTABILIZAÇÃO DAS VAZÕES DE ABASTECIMENTO

A princípio foi definida a quantidade média de habitantes por economia residencial do município.

Conforme os resultados do Censo 2022 do IBGE, o município de Bebedouro contabilizou uma média de 2,72 moradores por domicílio (Figura 5-4).

Figura 5-4. Média de moradores por domicílio (Censo 2022)



Fonte: IBGE, 2024.

Com base na planilha referente às ligações do município, foi verificado um total de 32.108 economias residenciais válidas (31.165 ligações), isto é, economias residenciais ativas.

Utilizando os volumes consumidos registrados na mesma planilha foi possível determinar que o consumo médio mensal da categoria foi de 487.187 m³, o que equivale a um consumo diário por economia de 507,2 L/dia, e consequentemente um consumo por habitante de 186,47 L/hab.dia.

Sabendo-se que há um índice de submedição dos hidrômetros de ligação da ordem de 12% (conforme apurado no Produto 09 – Determinação dos Indicadores de Perdas), e também uma estimativa de perdas para fim de plano da ordem de 15% (conforme previsto no Termo de Referência), determinou-se o consumo de 245,7 L/hab.dia, o qual será atribuído a cada economia a fim de executar a simulação hidráulica que auxiliará no processo de setorização do sistema.

A seguir é representada a fórmula para a obtenção do consumo 'per capita' final:

$$Consumo\ 'per\ capita'\ Final = \frac{Consumo\ 'per\ capita'}{\left(1 - I_{submedição}\right) \times \left(1 - I_{perdas}\right)}$$

onde:

$Consumo\ 'per\ capita'$ = consumo médio diário calculado para as economias residenciais: 186,47 L;

$I_{submedição}$ = índice de submedição dos hidrômetros: 12% (0,12);

I_{perdas} = índice de perdas estimada para final de plano: 15% (0,15).

O resultado equivale a uma vazão média por economia de 0,008 L/s.

Entretanto, existem ligações de água cujo consumo é excessivo em relação às economias residenciais normais.

Essas ligações foram consideradas neste estudo como “grandes consumidores”, e sua classificação se deu pela identificação das ligações cuja média de consumo no período registrado na planilha comercial foi igual ou superior a 50 m³.

Dessas ligações identificadas foi tomado o valor do maior consumo mensal e atribuída sua vazão à feição que representa a ligação no mapa cadastral. Portanto essas feições possuirão em seus registros as vazões específicas de cada ligação considerada como “grande consumidor”.

No Anexo 5.1 deste relatório pode-se observar as ligações consideradas como grandes consumidores.

5.4 PERFIL DE CONSUMO

O Perfil de Consumo é obtido a partir da realização do registro das vazões em um período de tempo.

Com ele é possível analisar o comportamento do abastecimento a cada período do dia, verificando os horários de menor e maior consumo.

Para a realização do registro das vazões é necessário que a rede principal de abastecimento de um reservatório ou setor possua implantado um dispositivo de acesso ao interior da rede denominado TAP, que através do qual é inserido um tubo Pitot na rede em carga, onde pelo método de diferencial de pressão é obtida a velocidade do fluxo de água, e que por meio de cálculos com a aplicação do diâmetro interno da tubulação, se obtém a vazão desse fluxo de água naquele momento.

Entretanto, as redes de abastecimento dos reservatórios de Bebedouro não possuem TAP, e seu sistema de abastecimento de água promove misturas de água entre os reservatórios, não sendo possível obter dados de vazão para a elaboração do perfil de consumo.

Como para o estudo de setorização será utilizado o serviço de simulação hidráulica do sistema de abastecimento a fim de validar as delimitações dos setores, sendo necessárias informações como os coeficientes de abastecimento para as horas críticas do dia obtidos pelo resultado da pitometria, optou-se por utilizar os coeficientes presentes na literatura técnica que são;

a) coeficiente da hora de menor consumo (k_3): 0,5;
b) coeficiente do dia de maior consumo (k_1): 1,25;
c) coeficiente da hora de maior consumo (k_2): 1,5;
d) coeficiente para as vazões máximas (k_1 x k_2): 1,875.

Com isso é possível a realização da simulação hidráulica do sistema, estimando as vazões de abastecimento em períodos críticos do dia.

5.5 ANÁLISE DO VOLUME DE RESERVAÇÃO

Cada setor a ser projetado deverá possuir ao menos um reservatório de alimentação sendo necessário que este possua um volume mínimo de armazenamento compatível para a quantidade de economias a que ele abastece.

Para a apuração desse volume mínimo foi utilizada a relação de Fruhling a qual determina que a capacidade do reservatório deve ser suficiente para armazenar o terço do volume de água diário.

Portanto foi considerado nos cálculos do volume mínimo de reservação a vazão do dia de maior consumo, e sua equação pode ser assim representada:

$$Vol = \left(\frac{Q_{sdmc} \times 86400}{3}\right) \div 1000$$

onde:

Vol = volume de reservação necessária (em m³);

Q_{sdmc} = vazão no setor no dia de maior consumo (em L/s).

Para os reservatórios que alimentam outros reservatórios, seja por sistema de recalque ou mesmo por gravidade, a Novaes Engenharia adota a prática de calcular o volume correspondente a 4 horas da vazão do dia de maior consumo do setor a ser abastecido pelo reservatório alimentado, destinando esse volume no reservatório de montante como um volume emergencial para casos adversos, como por exemplo falta de energia em sistemas de recalque.

5.6 ANÁLISE DE MACROMEDIDORES EXISTENTES E DIMENSIONAMENTO DE NOVOS MACROMEDIDORES

Para a implantação da setorização será previsto um macromedidor a ser implantado na rede principal de alimentação de cada reservatório, delimitando uma área fechada de medição e indicando essa área como sendo um Distrito de Medição e Controle (DMC).

Nos casos onde o DMC possua macromedidor instalado, será realizada uma análise com base nas vazões estimadas e será verificada sua compatibilidade com relação as velocidades mínimas e máximas recomendadas para obter a precisão necessária da medição.

Para os novos macromedidores a serem previstos será proposta a aquisição de equipamentos do tipo eletromagnético, os quais necessitam de uma velocidade mínima de fluxo de água para sua correta leitura da ordem de 0,3 m/s, limitando a velocidade máxima de fluxo de água em 3,0 m/s a fim de evitar elevados índices de perda de carga no macromedidor.

Com isso a escolha do diâmetro do macromedidor se dará da seguinte forma:

a) utilizando a vazão mínima do setor para o tempo presente, calcula-se a velocidade do fluxo de água para diferentes diâmetros de macromedidores, escolhendo o diâmetro que permita uma velocidade mínima igual ou superior a 0,3 m/s;
b) utilizando a vazão máxima do setor para o tempo futuro, calcula-se a velocidade do fluxo de água para diferentes diâmetros de macromedidores, escolhendo o diâmetro que permita preferencialmente uma velocidade máxima igual ou inferior a 3,0 m/s;
c) com os diâmetros dos macromedidores selecionados faz-se uma compatibilização para a escolha de um único diâmetro que seja compatível com as velocidades críticas mínimas e máximas do fluxo de água utilizando, portanto, um macromedidor que

possa registrar as vazões e consumos tanto para o tempo presente como para o fim de plano.

5.7 ANÁLISE DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP) EXISTENTES E DIMENSIONAMENTO DE NOVAS VÁLVULAS

Durante o processo de setorização pode ocorrer a existência de áreas onde as pressões de abastecimento poderão atingir valores superiores aos determinados em norma.

Há casos em que a opção mais viável é delimitar essa área a fim de formar um subsetor onde sua alimentação se dá por um ponto único de abastecimento, e implantar nessa única rede de alimentação uma Válvula Redutora de Pressão (VRP), cuja operação permite reduzir as pressões de abastecimento e mantê-las dentro das normas tanto nos períodos de alto consumo como também nos horários de baixo consumo.

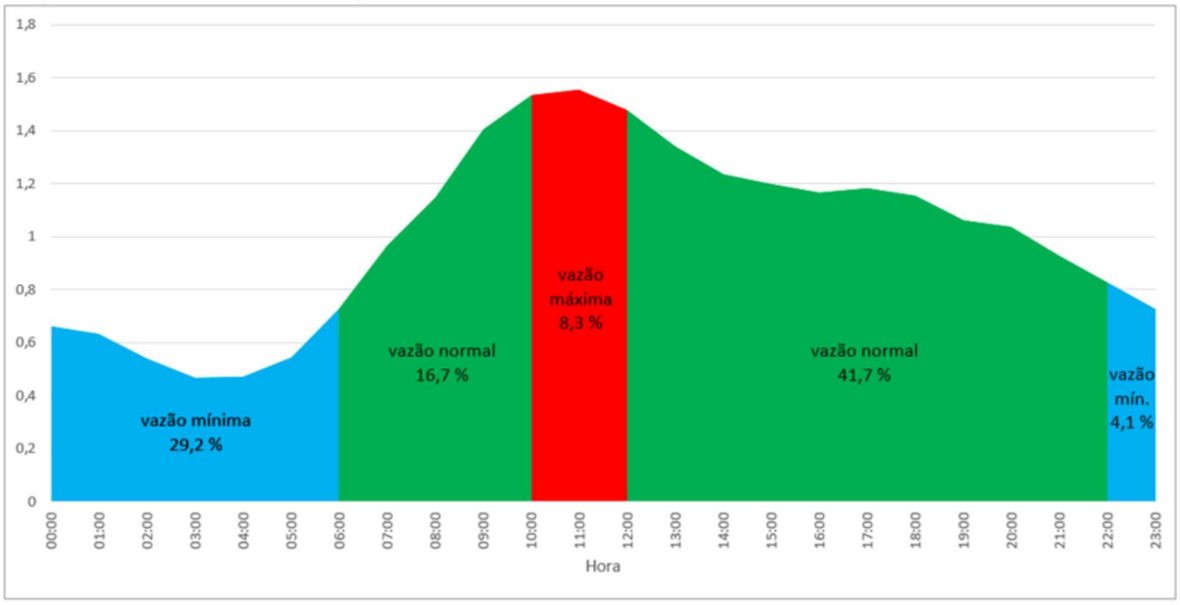
As VRPs a serem propostas para o sistema serão selecionadas utilizando o software Bermad Sizing em sua versão 1.1.0.5, software esse fornecido gratuitamente pela empresa Bermad, fabricante de válvulas e equipamentos de controle.

Quanto as VRPs já implantadas, seu dimensionamento será analisado utilizando também o software Bermad Sizing, apurando sua capacidade de atuar tanto para o tempo presente como também para o final de plano.

Para o dimensionamento é utilizado um percentual de tempo de operação da válvula em cada período de vazão, sendo esse divido em três: período da vazão mínima, período da vazão normal e período da vazão máxima.

Com base no perfil de consumo médio da população do Estado de São Paulo, foi possível extrair os percentuais das faixas de trabalho da VRP no período de um dia, cujo resultado é apresentado na Figura 5-5 a seguir.

Figura 5-5. Percentual de operação das VRPs nas vazões mínimas, normais e máximas



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Após a inclusão de todos os dados requeridos o software realiza os cálculos de dimensionamento, e como resultado apresenta as informações de operação da VRP proporcionando base para efetuar a escolha da válvula que apresenta melhores condições de trabalho para as vazões e pressões apresentadas no setor em estudo.

5.8 PROPOSTA DE SETORIZAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE BEBEDOURO

Para a realização dos estudos de setorização do sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro foi utilizada a base cadastral atualizada elaborada em software CAD durante este contrato.

O processo de setorização do sistema de abastecimento foi realizado sobre toda a base cadastral realizada fazendo uso de simulação hidráulica, onde se torna possível validar os limites de abastecimento bem como estimar as pressões nos nós da rede, possibilitando identificar áreas críticas do sistema e dessa forma propor melhorias, tanto sugerindo reforços de rede para o caso de pressões baixas como também a implantação de dispositivos ou alteração da fonte de abastecimento para o caso de pressões altas.

Para a execução da simulação hidráulica também está sendo utilizado o software QGis que possui em seu repositório oficial um plugin (complemento) que se utiliza da

ferramenta matemática do software livre EPANET, o qual é amplamente utilizado na execução de simulações hidráulicas de sistemas de abastecimento de água.

No aplicativo são incluídas informações pertinentes ao sistema de abastecimento como a cota altimétrica de cada nó e os coeficientes de rugosidade das redes, a condição de cada registro de manobra (aberto ou fechado), os parâmetros de trabalho das Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), e as cotas de abastecimento dos reservatórios.

Com relação aos coeficientes de rugosidade, para o presente trabalho foram utilizados os seguintes índices apresentados na Tabela 5-3.

Tabela 5-3. Coeficientes de rugosidade C

Material	Coeficiente C
Ferro Fundido	100
PVC/DEFF	120
PEAD	140
Aço Galvanizado	100
Cimento amianto	110
Concreto	110

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

As vazões de consumo foram atribuídas às junções de rede (nós) realizando vinculação de cada economia ao nó de rede mais próximo. Ao grupo de economias vinculadas ao mesmo nó se faz a somatória de suas vazões médias de consumo, e o valor resultante é atribuído a esse nó.

Nos tópicos a seguir são descritos os processos e análises da setorização do sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro.

5.8.1 Sistema de Abastecimento Tropical

O sistema tropical, atualmente é composto por um reservatório de câmara dupla, com suas saídas independentes que, no entanto, se combinam no abastecimento dos bairros.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento para cada câmara do reservatório, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise individual de cada setor proposto.

5.8.1.1 **Sistema de Abastecimento Tropical**

O DMC 01 contido no Setor 01, é abastecido pela câmara alta, que possui 18 metros de altura e capacidade de 600m³. A alimentação dessa câmara é proveniente dos poços do Sistema Produtor Tropical. A Figura 5-7 apresenta o reservatório tropical.

Figura 5-6. Reservatório Tropical.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-8 apresenta a área delimitada do DMC 01.

Figura 5-7. Delimitação do DMC 01.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 43 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.1.1.1

5.8.1.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 01

A Tabela 5-4 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 01.

Tabela 5-4. Características hidráulicas do DMC 01

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.455
Quantidade de economias	1.468
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	43

Tabela 5-4. Características hidráulicas do DMC 01

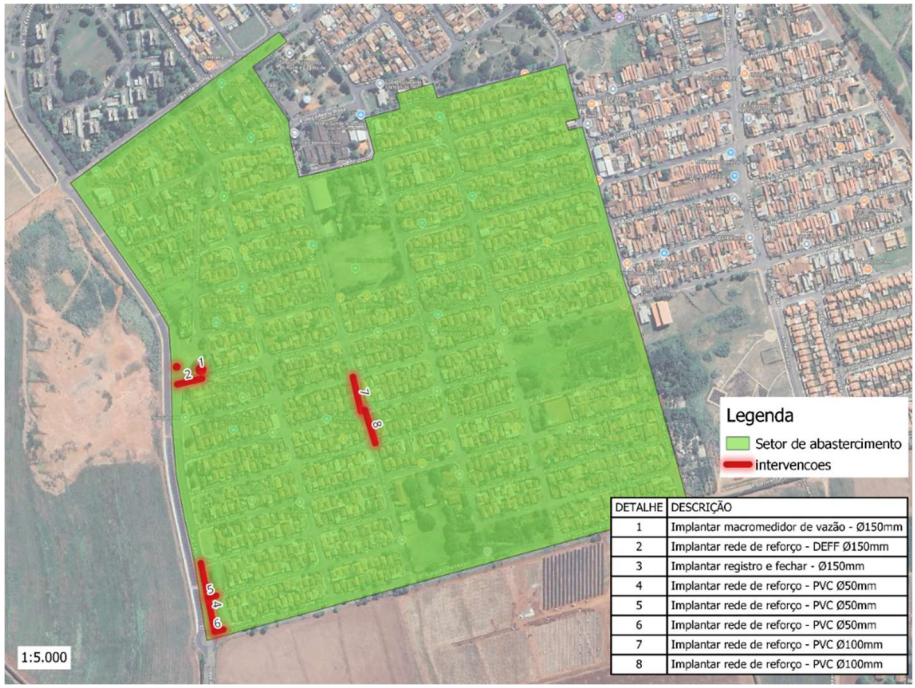
Parâmetro	Valor
População atendida total (futuro)	4.110
Extensão de rede	12.799,7 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	42 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	9 mca*
Cota geométrica máxima	594,01 m
Cota geométrica mínima	566,32 m
Volume total de reservação existente	600 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	435 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	12,08 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	15,11 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	22,66 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

*Valor apresentado em ponto de cota superior na hora de maior consumo; pressão de 12 mca apresentada durante a simulação hidráulica na vazão media

A Figura 5-8 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 01.

Figura 5-8. Intervenções do DMC 01.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-5. Além disso, está prevista a instalação de redes de reforço, assim como a implantação de válvula de manobra e o seu fechamento, delimitando sua área com a área do o setor subsequente.

Tabela 5-5. Características do macromedidor do DMC 01

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM01	Eletromagnético	150	0,33	1,28	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.1.2 **Setor 01 (DMC 02)**

O DMC 02 contido no Setor 01, é abastecido pela câmara baixa, que possui 9 metros de altura e capacidade de 500m³. A alimentação dessa câmara é proveniente dos poços do Sistema Produtor Tropical. A Figura 5-9 apresenta o reservatório tropical.

Figura 5-9. Reservatório Tropical.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-10 apresenta a área delimitada do DMC 02.

Figura 5-10. Delimitação do DMC 02.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 96 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.1.2.1

5.8.1.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 02

A Tabela 5-6 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 02.

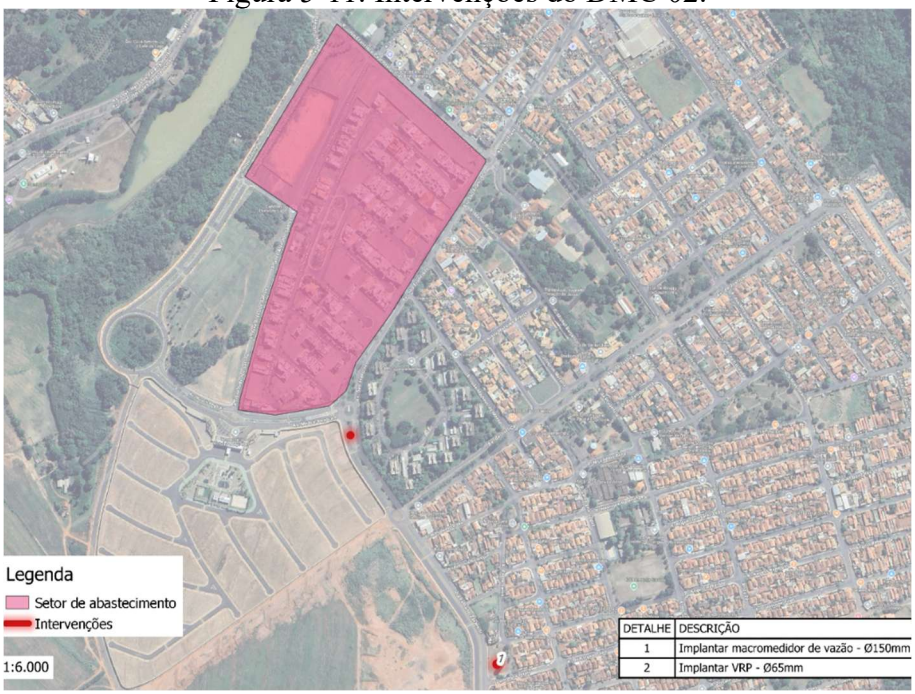
Tabela 5-6. Características hidráulicas do DMC 02

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	115
Quantidade de economias	115
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	96
População atendida total (futuro)	574
Extensão de rede	4978,27 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	42 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	16 mca
Cota geométrica máxima	590,10 m
Cota geométrica mínima	542,38 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	61 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	1,68 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	2,11 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	3,16 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-11 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC-02.

Figura 5-11. Intervenções do DMC 02.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-7. Além disso, está prevista a instalação de um controlador de pressão por meio de VRP (Válvula Redutora de Pressão) com delimitação apresentada na Figura 5-12 e característica na Tabela 5-8.

Tabela 5-7. Características do macromedidor do DMC 02

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM02	Eletromagnético	50	0,23	1,618	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-12. VRP do DMC 02.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-8. Características da VRP do DMC 02

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP_DMC02	150	65	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.2 Sistema de Abastecimento Portal do Lago II

O sistema Portal do Lago II, atualmente é composto por um reservatório metálico apoiado, com apenas uma saída para o abastecimento do condomínio Portal do Lago II.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento para o reservatório, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise do setor proposto.

5.8.2.1 Setor 02 (DMC 03)

O DMC 03 contido no Setor 02, é abastecido pelo reservatório metálico apoiado, que possui 10 metros de altura e capacidade de 450m³. A alimentação desse reservatório é proveniente do poço do Sistema Produtor Portal do Lago II. A Figura 5-13 apresenta o reservatório Portal do Lago II.

Figura 5-13. Reservatório Portal do Lago II.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-14 apresenta a área delimitada do DMC 03.

O DMC 03 é uma área já existente, mas ainda não em operação. De acordo com o cadastro das redes de abastecimento, há uma VRP (Válvula Redutora de Pressão) na entrada do condomínio. Para garantir o atendimento adequada a todo o setor, é necessário que a pressão de saída da válvula seja de 25 mca a fim de atender as pressões estabelecidas por norma.

Figura 5-14. Delimitação do DMC 03.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Foi identificada uma possível área de expansão, que poderia comportar cerca de 1.835 novos lotes, resultando em uma demanda média de vazão de 14,68 l/s e necessitando de um volume de 529m³ para abastecer essa nova área. No entanto, não seria viável incluir essa área no Setor 03, pois o reservatório atual não teria capacidade suficiente para atender tanto a área existente quanto a potencial expansão.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.2.1.1

5.8.2.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 03

A Tabela 5-9 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 03.

Tabela 5-9. Características hidráulicas do DMC 03

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	0
Quantidade de economias	0
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	284

Tabela 5-9. Características hidráulicas do DMC 03

Parâmetro	Valor
População atendida total (futuro)	772
Extensão de rede	7.105,38 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	49 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	14 mca
Cota geométrica máxima	620 m
Cota geométrica mínima	544,17 m
Volume total de reservação existente	450 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	82 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	2,27 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	2,84 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	4,26 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-15 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 03.

Figura 5-15. Intervenções do DMC 03.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-10.

Tabela 5-10. Características do macromedidor do DMC 03

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM03	Eletromagnético	65	0,34	1,28	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.3 Sistema de Abastecimento ETA II

O sistema ETA II, é atualmente composto por dois reservatórios destinados ao abastecimento de bairros e outros dois reservatórios que eram exclusivos para reservação e uso interno da própria ETA.

Após a realização da modelagem hidráulica, foi identificada a ocorrência de pressões elevadas no DMC 19 – R2000-ETAII, devido ao abastecimento por bombeamento proveniente do reservatório enterrado de 2.000m³.

Para resolver essa questão, foi proposta a divisão do DMC 19 – R2000-ETAII, criando um novo setor, denominado DMC 31 – R1000-ETAII, que passaria a ser abastecido pelo reservatório metálico de 1.000m³.

Assim, o sistema ETA II passa a contar com três reservatórios, cada um destinado ao abastecimento de um setor distinto: DMC 04 - RSC, DMC 19 - R2000-ETAII e DMC 31 - R1000-ETAII. A seguir, será feita uma análise individual de cada setor proposto.

5.8.3.1 **Setor 03 (DMC 04) - RSC**

O DMC 04 contido no Setor 03, é abastecido pelo reservatório metálico São Carlos, que possui 18 metros de altura e capacidade de 500m³. A alimentação desse reservatório é proveniente do recalque de um conjunto motor bomba vindo do reservatório enterrado 2.000m³. A Figura 5-16 apresenta o reservatório São Carlos.

Figura 5-16. Reservatório São Carlos.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros.

A Figura 5-17 apresenta a área delimitada do DMC 04.

Figura 5-17. Delimitação do DMC 04.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 76 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.3.1.1

5.8.3.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 04

A Tabela 5-11 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 04.

Tabela 5-11. Características hidráulicas do DMC 04

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.034
Quantidade de economias	1.034
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	76
População atendida total (futuro)	3.055

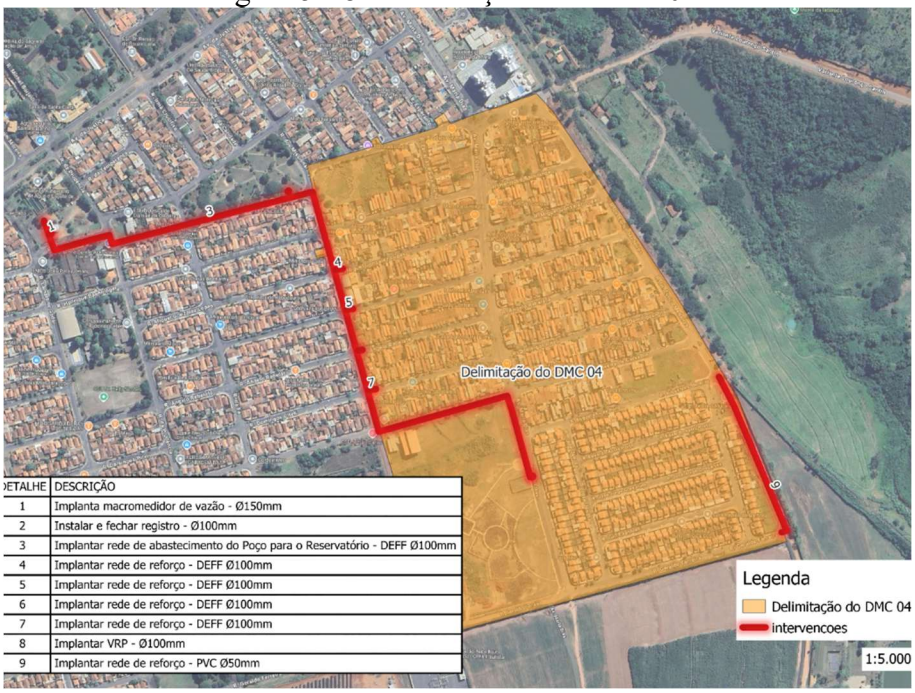
Tabela 5-11. Características hidráulicas do DMC 04

Parâmetro	Valor
Extensão de rede	13.144,9 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	43 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	15 mca
Cota geométrica máxima	582,61 m
Cota geométrica mínima	542,07 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	390 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	10,82 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	13,53 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	20,29 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-18 seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 04.

Figura 5-18. Intervenções do DMC 04.



DETALHE	DESCRIÇÃO
1	Implanta macromedidor de vazão - Ø150mm
2	Instalar e fechar registro - Ø100mm
3	Implantar rede de abastecimento do Poço para o Reservatório - DEFF Ø100mm
4	Implantar rede de reforço - DEFF Ø100mm
5	Implantar rede de reforço - DEFF Ø100mm
6	Implantar rede de reforço - DEFF Ø100mm
7	Implantar rede de reforço - DEFF Ø100mm
8	Implantar VRP - Ø100mm
9	Implantar rede de reforço - PVC Ø50mm

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-12. Além disso, estão sendo previstas a implantação de redes de reforços, para melhoramento da distribuição de água no setor, bem como a implementação de uma nova rede para abastecimento do reservatório, por meio do poço São Carlos. Visto que, atualmente, o poço São Carlos injeta água diretamente na rede de distribuição, ação essa que não é recomendada em sistema de abastecimento de água. E a instalação de um controlador de pressão por meio de VRP (Válvula Redutora de Pressão) com delimitação apresentada na Figura 5-19 e característica na Tabela 5-13.

Tabela 5-12. Características do macromedidor do DMC 04

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM04	Eletromagnético	150	0,29	1,15	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-19. VRP do DMC 04.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-13. Características da VRP do DMC 04

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP_DMC04	150	100	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.3.2 Setor 04 (DMC 19)

O DMC 19 contido no Setor 04, é abastecido pelo reservatório enterrado 2 milhões ETAII, que possui 7 metros de altura e capacidade de 2000m³. A alimentação desse reservatório é proveniente dos poços do Sistema Produtor ETAII, do tratamento da ETAII e pelo reservatório metálico 1000m³. A Figura 5-20 apresenta o reservatório 2.000m³ ETAII.

Figura 5-20. Reservatório 2.000m³ ETAII.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado através do recalque de um conjunto motor bomba, por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-21 apresenta a área delimitada do DMC 19.

Figura 5-21. Delimitação do DMC 19.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 44 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.3.2.1

5.8.3.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 19

A Tabela 5-14 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 19.

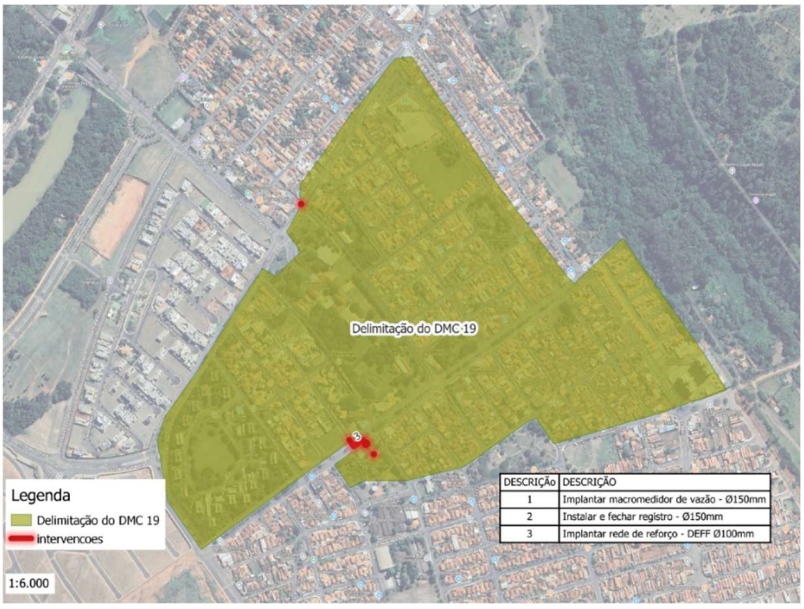
Tabela 5-14. Características hidráulicas do DMC 19

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.058
Quantidade de economias	1.432
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	44
População atendida total (futuro)	4.050
Extensão de rede	12.312,7 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	48 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	11 mca
Cota geométrica máxima	582,29 m
Cota geométrica mínima	545,88 m
Volume total de reservação existente	2000 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	445 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	12,37 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	15,46 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	23,20 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-22 seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 19.

Figura 5-22. Intervenções do DMC 19.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-15. Além disso, está prevista a instalação de redes de reforço, assim como a implantação de válvula de manobra e o seu fechamento, e a instalação de um inversor de frequência nos conjuntos motor bomba, fazendo com que a pressão de saída da água seja limitada em 20 mca. O setor terá uma vazão média futura de 12,37 L/s, enquanto a capacidade dos conjuntos motor-bomba é de 83,30 L/s, o que é suficiente para atender à demanda do setor.

Tabela 5-15. Características do macromedidor do DMC 19

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM19	Eletromagnético	150	0,34	1,31	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.3.3 **Setor 05 (DMC 31)**

O Setor 31 é abastecido pelo reservatório enterrado 1 milhões ETAII, que possui 10 metros de altura e capacidade de 1000m³. A alimentação desse reservatório é proveniente dos poços do Sistema Produtor ETAII. A Figura 5-23 apresenta o reservatório 1.000m³ ETAII.

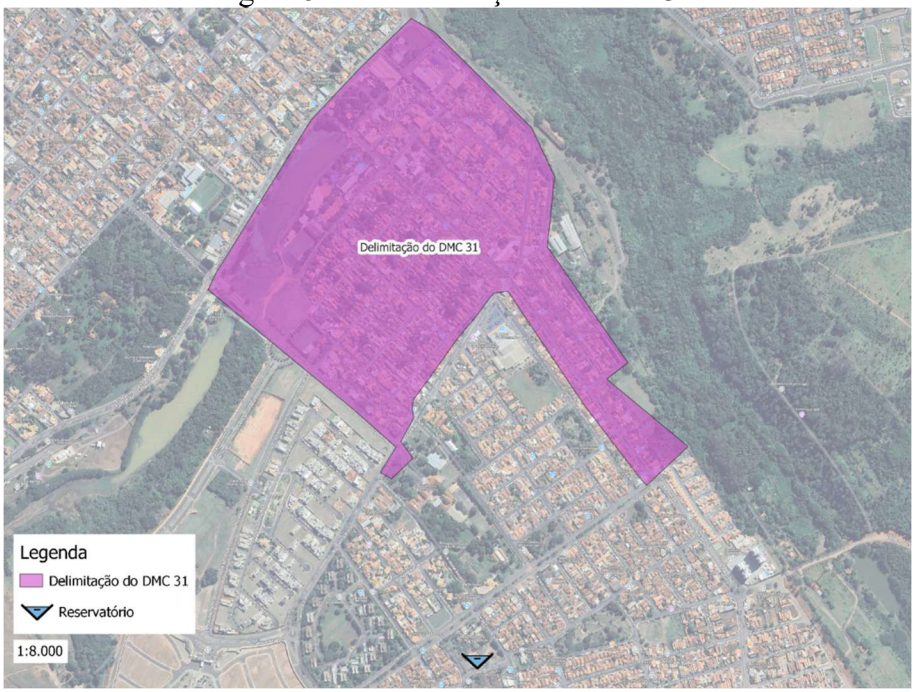
Figura 5-23. Reservatório 1.000m³ ETAII.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento será realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-24 apresenta a área delimitada do DMC 31.

Figura 5-24. Delimitação do DMC 31.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 15 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.3.3.1

5.8.3.3.1 Especificidades e Intervenções do DMC 31

A Tabela 5-16 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 31.

Tabela 5-16. Características hidráulicas do DMC 31

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	954
Quantidade de economias	966
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	15
População atendida total (futuro)	2.715

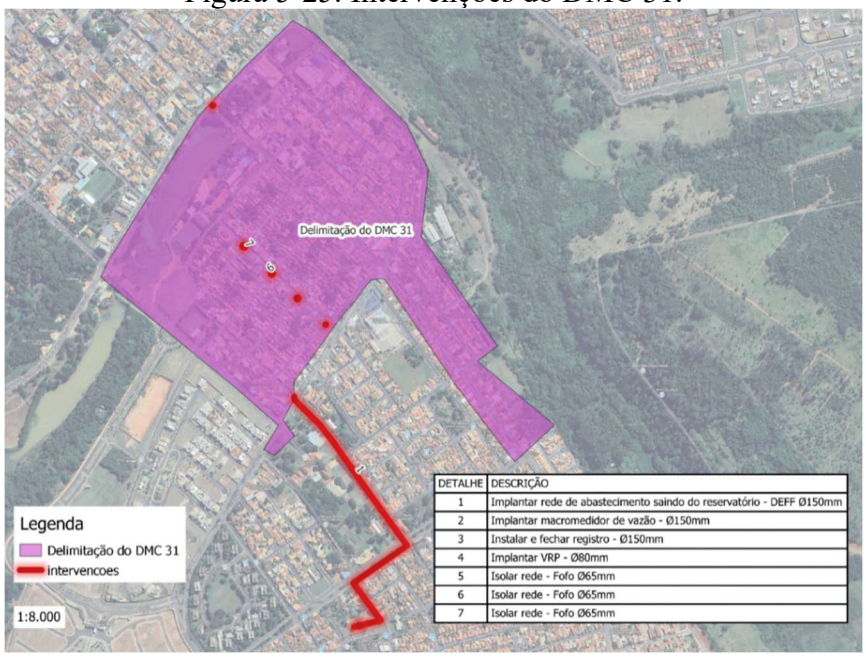
Tabela 5-16. Características hidráulicas do DMC 31

Parâmetro	Valor
Extensão de rede	9.322,52 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	47 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	17 mca
Cota geométrica máxima	579,94 m
Cota geométrica mínima	526,95 m
Volume total de reservação existente	1000 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	339 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	9,40 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	11,75 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	17,63 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-25 seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 31.

Figura 5-25. Intervenções do DMC 31.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a construção de uma adutora de abastecimento de diâmetro nominal de 150 mm, que partirá do reservatório, juntamente com a instalação de um macromedidor de vazão, cujas características estão resumidas na Tabela 5-17. Além disso, está prevista a instalação de uma válvula de manobra e seu respectivo fechamento, bem como a implantação de um controlador de pressão, por meio de uma Válvula Redutora de Pressão (VRP). A delimitação da área de atuação da VRP está ilustrada na Figura 5-26 e suas características são detalhadas na Tabela 5-18, com o objetivo de isolar as redes e definir a zona de atuação da válvula.

Tabela 5-17. Características do macromedidor do DMC 31

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM31	Eletromagnético	150	0,59	2,25	100

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-26. VRP do DMC 31.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-18. Características da VRP do DMC 31

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP_DMC31	150	80	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.4 Sistema de Abastecimento Europa

O sistema Europa, atualmente é composto por um reservatório metálico apoiado, com apenas uma saída para o abastecimento do condomínio Europa, Londres, Paris e Jardim Europa.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento para o reservatório, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise do setor proposto.

5.8.4.1 Setor 06 (DMC 05)

O DMC 05 contido no Setor 06, é abastecido pelo reservatório metálico apoiado, que possui 36 metros de altura e capacidade de 500m³. A alimentação desse reservatório é proveniente dos poços do Sistema Produtor Europa. A Figura 5-27 apresenta o reservatório Europa.

Figura 5-27. Reservatório Europa.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é feito por uma rede primária de diâmetro DN150mm, que, após sair do reservatório, distribui a água para redes secundárias com diâmetros variados. A Figura 5-28 apresenta a área delimitada do DMC 05.

Figura 5-28. Delimitação do DMC 05



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 526 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.4.1.1

5.8.4.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 05

A Tabela 5-19 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 05.

Tabela 5-19. Características hidráulicas do DMC 05

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	654
Quantidade de economias	654
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	526
População atendida total (futuro)	3.210
Extensão de rede	9.618,11 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	44 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	14 mca
Cota geométrica máxima	580,96 m
Cota geométrica mínima	549,98 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	340 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	9,44 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	11,80 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	17,70 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-29 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 05.

Figura 5-29. Intervenções do DMC 05.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-20. E a instalação de um controlador de pressão por meio de VRP (Válvula Redutora de Pressão) com delimitação apresentada na Figura 5-30 e característica na Tabela 5-21.

Tabela 5-20. Características do macromedidor do DMC 05

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM05	Eletromagnético	100	0,33	2,25	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-30. VRP do DMC 05.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-21. Características da VRP do DMC 05

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP_SETOR05	150	80	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.5 Sistema de Abastecimento Residencial Antônia Santaella

O sistema Residencial Antônia Santaella, atualmente é composto por dois reservatórios, com suas saídas independentes que, no entanto, se combinam no abastecimento dos bairros.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento para cada câmara do reservatório, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise individual de cada setor proposto.

5.8.5.1 Setor 07 (DMC 06) – RTG-01

O DMC 06 contido no Setor 07, é abastecido pelo reservatório metálico apoiado, que possui 17 metros de altura e capacidade de 250m³. A alimentação desse reservatório

é proveniente dos poços do Sistema Produtor Europa. A Figura 5-31 apresenta o reservatório Torre Gêmeas 01.

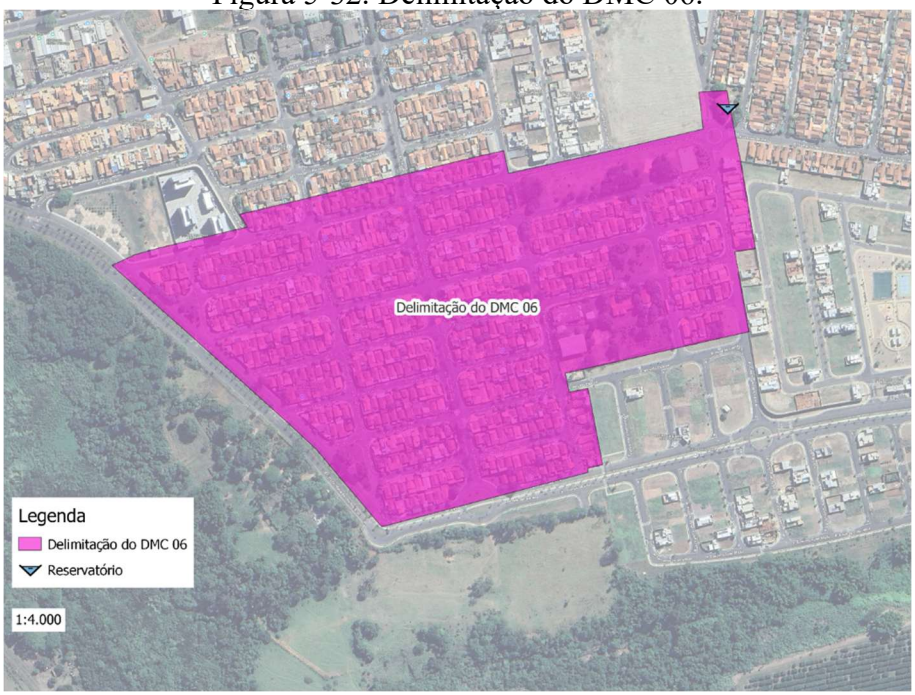
Figura 5-31. Reservatório Torre Gêmeas 01.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-32 apresenta a área delimitada do DMC 06.

Figura 5-32. Delimitação do DMC 06.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 4 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.5.1.1

5.8.5.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 06

A Tabela 5-22 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 06.

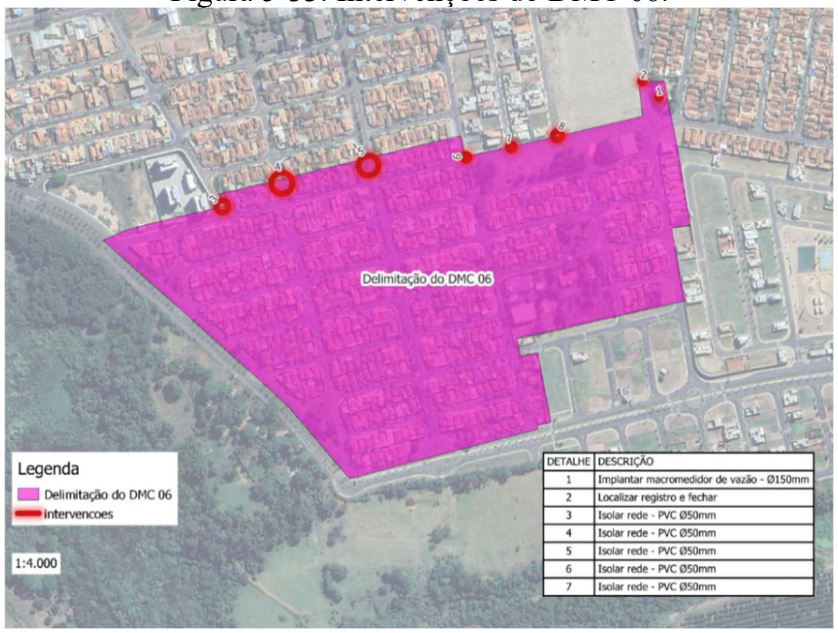
Tabela 5-22. Características hidráulicas do DMC 06

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	601
Quantidade de economias	603
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	4
População atendida total (futuro)	1.656
Extensão de rede	6.421,04 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	48 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	17 mca
Cota geométrica máxima	574,58 m
Cota geométrica mínima	543,42 m
Volume total de reservação existente	250 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	179 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	4,97 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	6,22 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	9,33 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-33 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 06.

Figura 5-33. Intervenções do DMC 06.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-23. Além disso, está prevista a instalação de redes de reforço, assim como o fechamento de válvula de manobra existente, delimitando sua área com a área do o setor subsequente.

Tabela 5-23. Características do macromedidor do DMC 06

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM06	Eletromagnético	100	0,31	1,19	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.5.2 **Setor 08 (DMC 10) – RTG-02**

O DMC 10 contido no Setor 08, é abastecido pelo reservatório metálico apoiado, que possui 17 metros de altura e capacidade de 250m³. A alimentação desse reservatório é proveniente dos poços do Sistema Produtor Europa. A Figura 5-34 apresenta o reservatório Torre Gêmeas 02.

Figura 5-34. Reservatório Torre Gêmeas 02.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN75mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-35 apresenta a área delimitada do DMC 10.

Figura 5-35. Delimitação do DMC 10.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 7 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.5.2.1

5.8.5.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 10

A Tabela 5-24 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 10.

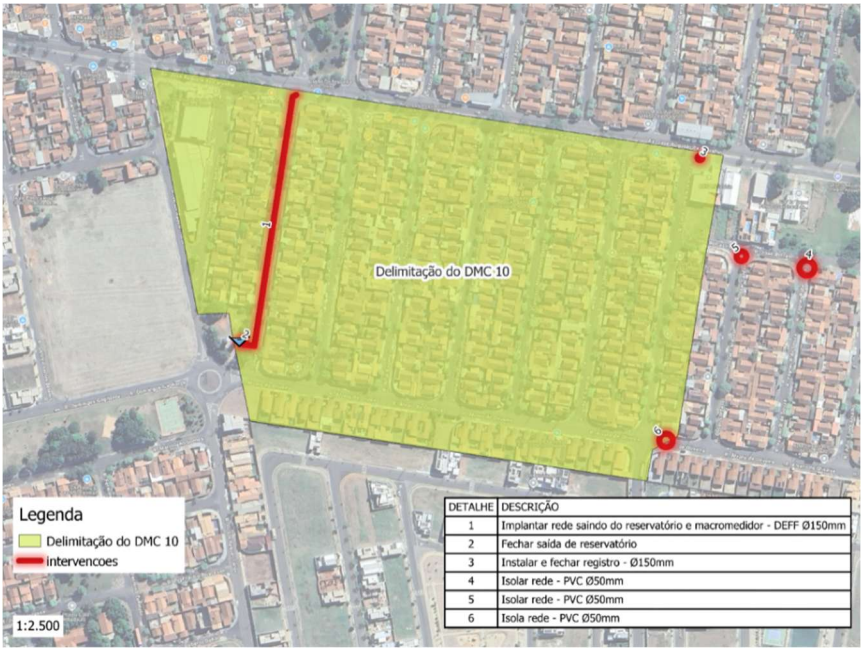
Tabela 5-24. Características hidráulicas do DMC 10

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	357
Quantidade de economias	357
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	7
População atendida total (futuro)	993
Extensão de rede	6.280,24 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	23 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	10 mca
Cota geométrica máxima	580,64 m
Cota geométrica mínima	568,41 m
Volume total de reservação existente	250 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	106 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	2,95 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	3,69 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	5,53 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-36 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 10.

Figura 5-36. Intervenções do DMC 10.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implementação de uma nova rede de abastecimento de DN150mm de DEFF, acompanhada da instalação de um macromedidor de vazão, cujas características estão resumidas na Tabela 5-25, também será realizado o fechamento da rede de saída existente de DN75mm, através de uma válvula de manobra também existente. Além disso, está prevista a realização de isolamento de redes, com a instalação de uma válvula de manobra e seu respectivo fechamento, delimitando sua área com a área do o setor subsequente.

Tabela 5-25. Características do macromedidor do DMC 10

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM10	Eletromagnético	50	0,74	2,82	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.6 Sistema de Abastecimento ETA I

O sistema ETA I é composto por três reservatórios semi-enterrados (1 e 2, e almoxarifado), um reservatório elevado (torre), e um outro reservatório de serviço, sendo que este último não alimenta o sistema de abastecimento da cidade.

O volume total de reservação do sistema ETA I é de 4.470 m³, sendo que cada reservatório possui os seguintes volumes:

- Semi-enterrado 1: 1.000 m³;
- Semi-enterrado 2: 1.000 m³;
- Semi-enterrado almoxarifado: 1.270 m³;
- Torre: 500 m³;
- Reservatório de serviço: 700 m³.

Neste estudo está sendo proposta a implantação de dois setores de abastecimento para os reservatórios semienterrados 1, 2 e almoxarifado, e mais um setor para o reservatório elevado Torre.

Além dos setores propostos para este sistema, o ETA I também é responsável por abastecer o sistema Centro, que inclui o Setor 28 – RSZ-Centro, o qual ainda será tratado nesse relatório.

A seguir são relatadas as análises de cada setor proposto do sistema ETA I.

5.8.6.1 Setor 09 (DMC 07)

O DMC 07 contido no Setor 09, é abastecido pelos reservatórios semienterrados 1, 2 e almoxarifado, perfazendo um volume total de reservação de 3.270 m³. A alimentação desses reservatórios se dá diretamente da ETA I.

A seguir são apresentadas as figuras dos reservatórios semienterrados 1, 2 e almoxarifado.

Figura 5-37. Reservatório 1 da ETA I.



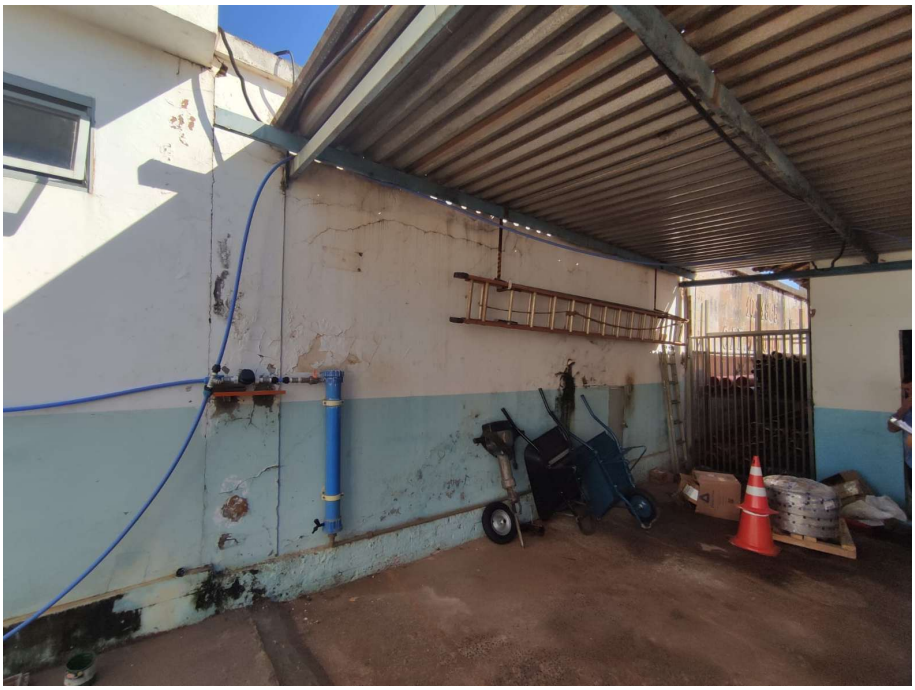
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-38. Reservatório 2 da ETA I.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

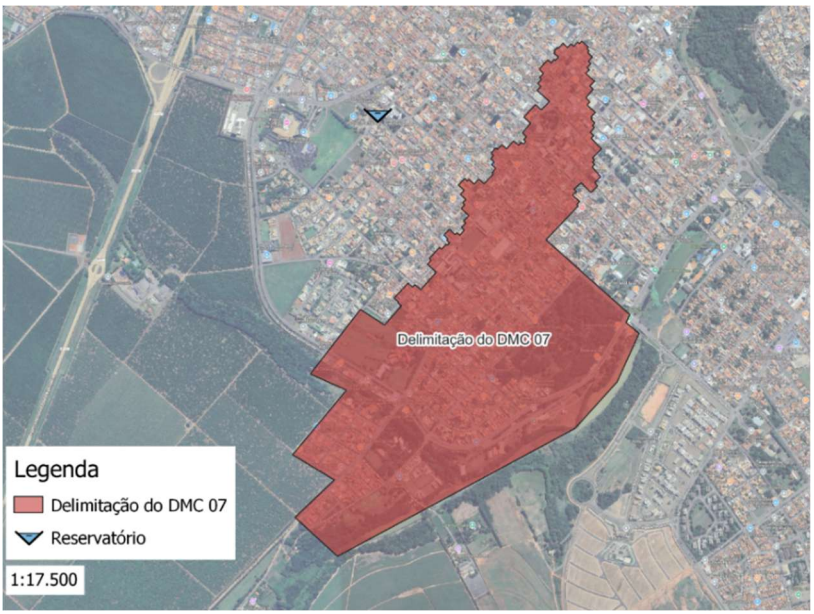
Figura 5-39. Reservatório Almoxarifado da ETA I.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primária de diâmetro DN200mm, que se interliga à saída dos reservatórios mencionados e distribui a vazão de forma progressiva para redes secundárias de diferentes diâmetros. A Figura 5-40 apresenta a área delimitada do DMC 07.

Figura 5-40. Delimitação do DMC 07.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Foi identificada uma área disponível para novo empreendimento imobiliário dentro dos limites do setor tendo como interessada a empresa Pierís Empreendimentos Imobiliários Ltda., cuja diretriz informa a possível implantação de 6 novas economias que estão contempladas neste estudo.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item a seguir.

5.8.6.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 07

A Tabela 5-26 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 07.

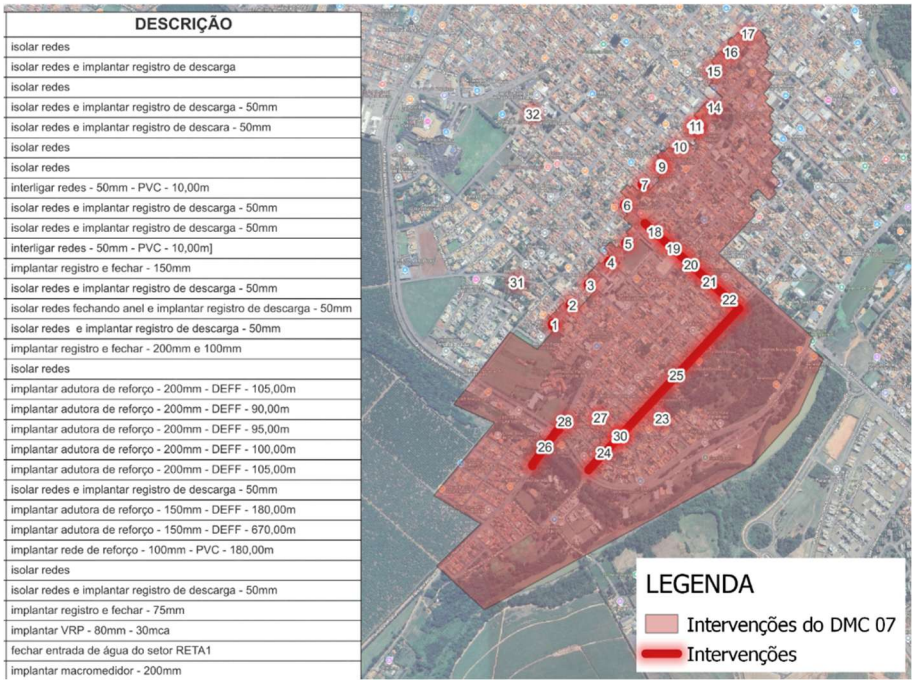
Tabela 5-26. Características hidráulicas do DMC 07

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.845
Quantidade de economias	1.888
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	44
População atendida total (futuro)	5.255
Extensão de rede	23.163,5 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	51 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	10 mca
Cota geométrica máxima	578,44 m
Cota geométrica mínima	536,87 m
Volume total de reservação existente	3.270 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	691 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	19,21 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	24,01 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	36,01 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-41 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para o DMC 07.

Figura 5-41. Intervenções do DMC 07.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

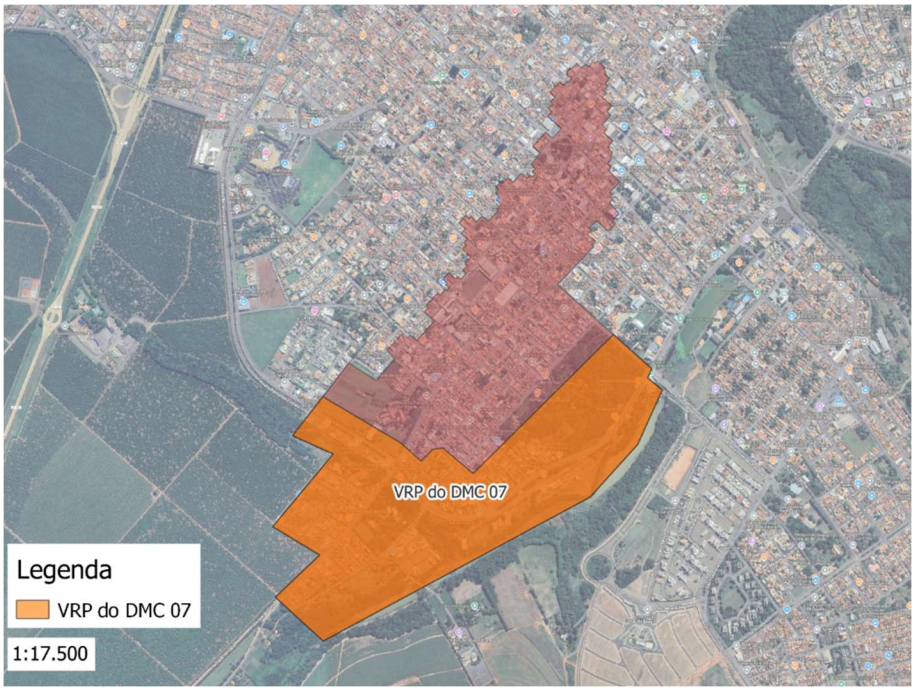
Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída dos reservatórios, cujas características estão resumidas na Tabela 5-27. Além disso, estão previstos também outros detalhes como isolamento de redes, implantação de redes e adutoras de reforço, bem como a implantação de uma Válvula Redutora de Pressão (VRP). A delimitação da área de atuação dessa VRP está ilustrada na Figura 5-42 e suas características são detalhadas na Tabela 5-28.

Tabela 5-27. Características do macromedidor do DMC 07

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM07	Eletromagnético	200	0,30	1,15	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-42. VRP do DMC 07.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-28. Características da VRP do DMC 07.

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação	Pressão de Saída (mca)
VRP-SETOR07	150	80	Fixa	30

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.6.2 Setor 09 (DMC 33) - Booster

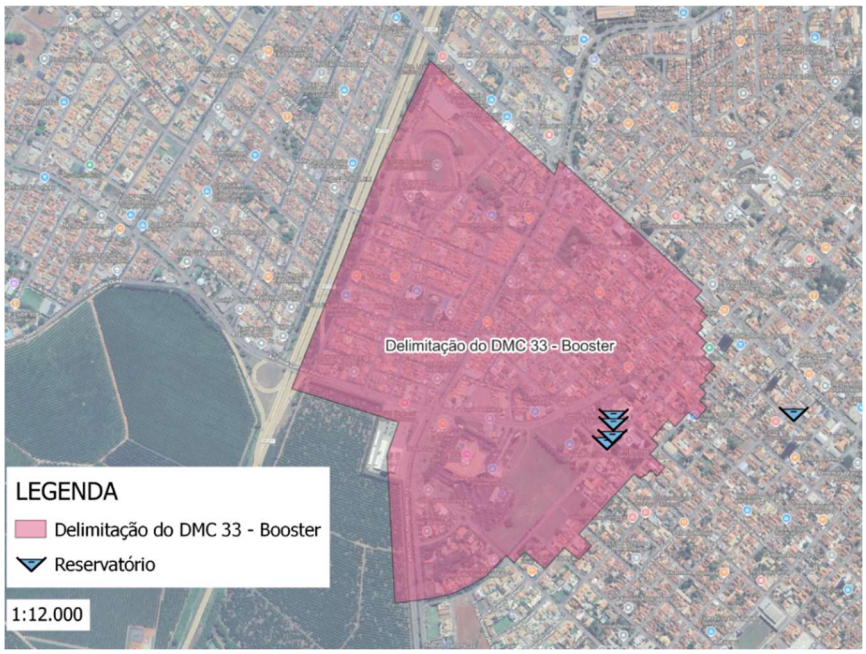
O abastecimento do DMC 33 será proveniente dos reservatórios semienterrados 1, 2 e almoxarifado. Porém, devido à altimetria do setor e a baixa cota dos níveis d'água, é proposto a implantação de um sistema de pressurização de rede (booster), a fim de garantir o abastecimento do setor.

O sistema de pressurização de rede (booster) deverá contar com dois conjuntos motobombas centrífugas, que possam atender a uma vazão de no mínimo 30 L/s a uma pressão de 30 mca.

Seu painel elétrico deverá ser equipado com inversor de frequência responsável por manter as pressões de saída das bombas em 30 mca, garantindo o abastecimento de todo o setor proposto.

A seguir, na Figura 5-43, é apresentada a delimitação do DMC 33 - Booster.

Figura 5-43. Delimitação do DMC 33 - Booster.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item a seguir.

5.8.6.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 33 - Booster

A Tabela 5-29 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 33 - Booster.

Tabela 5-29. Características hidráulicas do DMC 33 - Booster

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.389
Quantidade de economias	1.442
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	187
População atendida total (futuro)	4.431
Extensão de rede	17.322,8 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	39 mca

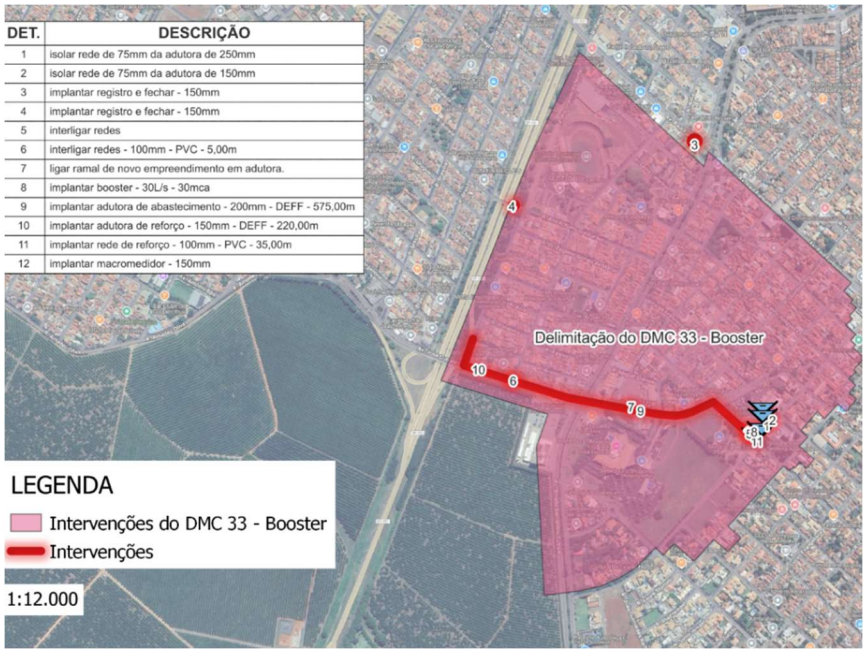
Tabela 5-29. Características hidráulicas do DMC 33 - Booster

Parâmetro	Valor
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	17 mca
Cota geométrica máxima	605,67 m
Cota geométrica mínima	585,70 m
Volume total de reservação existente	3.270 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	525 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	14,58 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	18,22 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	27,33 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-44 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para o DMC 33 - Booster.

Figura 5-44. Intervenções do DMC 33 - Booster.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-30. Além disso, estão previstos também outros detalhes como isolamento de redes, implantação de redes e adutoras de reforço, implantação de registros e seu fechamento, isolamento de redes, bem como a implantação de um sistema de pressurização de rede (booster).

Tabela 5-30. Características do macromedidor do DMC 33 - Booster

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM33	Eletromagnético	150	0,37	1,55	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.6.3 **Setor 10 (DMC 32)**

O DMC 32 contido no Setor 10, é abastecido pelo reservatório elevado (torre) que possui o volume de reservação de 500 m³. A alimentação desse reservatório é feita por meio de sistemas de recalque com água proveniente dos reservatórios semienterrados da ETA I.

A seguir é apresentada a figura do reservatório elevado.

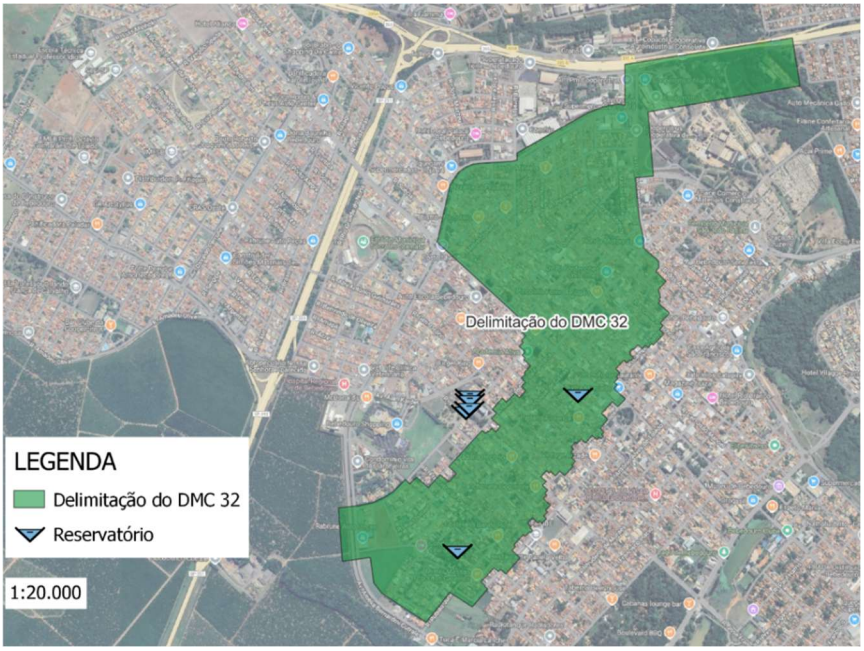
Figura 5-45. Reservatório Torre da ETA I.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do setor será realizado por uma rede primária projetada de DN250mm, a qual será interligada ao reservatório elevado e às redes secundárias de diferentes diâmetros do setor. A Figura 5-46 apresenta a área delimitada do DMC 32.

Figura 5-46. Delimitação do DMC 32.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item a seguir.

5.8.6.3.1 Especificidades e Intervenções do DMC 32

A Tabela 5-31 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 32.

Tabela 5-31. Características hidráulicas do DMC 32

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	2.871
Quantidade de economias	3.064
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	115
População atendida total (futuro)	8.647

Tabela 5-31. Características hidráulicas do DMC 32

Parâmetro	Valor
Extensão de rede	38.597,7 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	51 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	9 mca*
Cota geométrica máxima	595,16 m
Cota geométrica mínima	532,01 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	1.122 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	31,16 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	38,95 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	58,43 L/s

* Pressão mínima registrada na hora de maior consumo em um único nó; pressão na vazão média de 14mca.

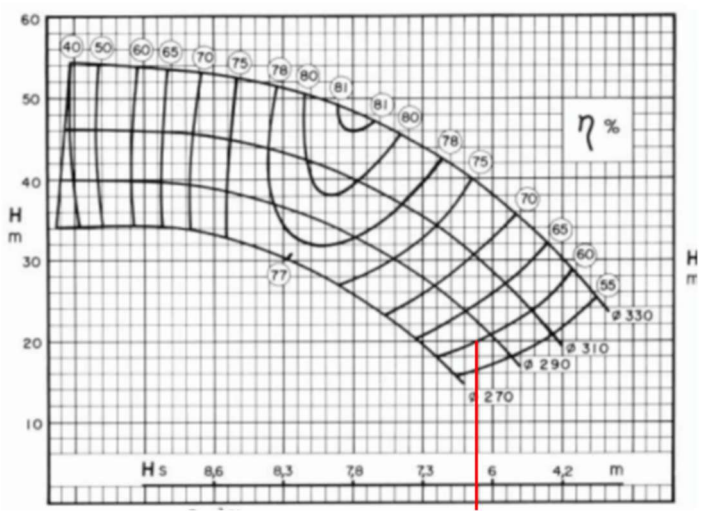
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Como pode ser observado na tabela acima, o volume do reservatório existente é insuficiente para atender o setor no fim de plano. Porém os reservatórios semienterrados apresentam uma sobra de volume para o final de plano que pode ser utilizado para compensar o déficit calculado.

Entretanto, devido ao menor volume existente em comparação ao volume necessário de reservação para o futuro, é proposto que seja implantado no painel elétrico das bombas um inversor de frequência, o qual irá controlar a rotação das bombas garantindo que a vazão de bombeamento seja suficiente para manter o reservatório sempre cheio durante todo o período.

Quanto ao sistema de recalque existente do reservatório Torre, este conta atualmente com uma vazão de 94,4 L/s (340 m³/h – conforme curva de rendimento estimada – ver Figura 5-47), vazão essa superior à vazão do dia de maior consumo do setor proposto para o final de plano (38,95 L/s).

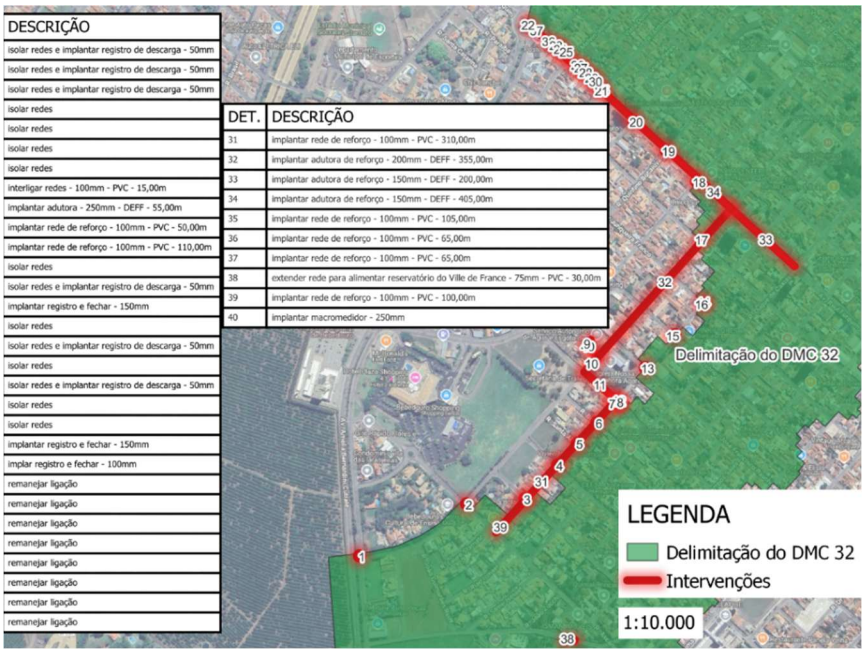
Figura 5-47. Curva de rendimento da bomba do reservatório Torre.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-48 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para o DMC 32.

Figura 5-48. Intervenções do DMC 32.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-32. Além disso, estão previstos também outros detalhes como isolamento de redes, implantação de redes

e adutoras de reforço, implantação de registros e seu fechamento, bem como o remanejamento de ligações de água para nova rede do setor.

Tabela 5-32. Características do macromedidor do DMC 32

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM32	Eletromagnético	250	0,31	1,19	250

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.7 Sistema de Abastecimento Jordana

O sistema Jordana, atualmente é composto por um reservatório de câmara dupla, com suas saídas independentes que, no entanto, se combinam no abastecimento dos bairros.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento para cada câmara do reservatório, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise individual de cada setor proposto.

5.8.7.1 Setor 11 (DMC 08)

O DMC 08 contido no Setor 11, é abastecido pela câmara alta, que possui 15 metros de altura e capacidade de 500m³. A alimentação dessa câmara é proveniente do recalque do reservatório Jordana 1.000m³. A Figura 5-49 apresenta o reservatório Jordana.

Figura 5-49. Reservatório Jordana.

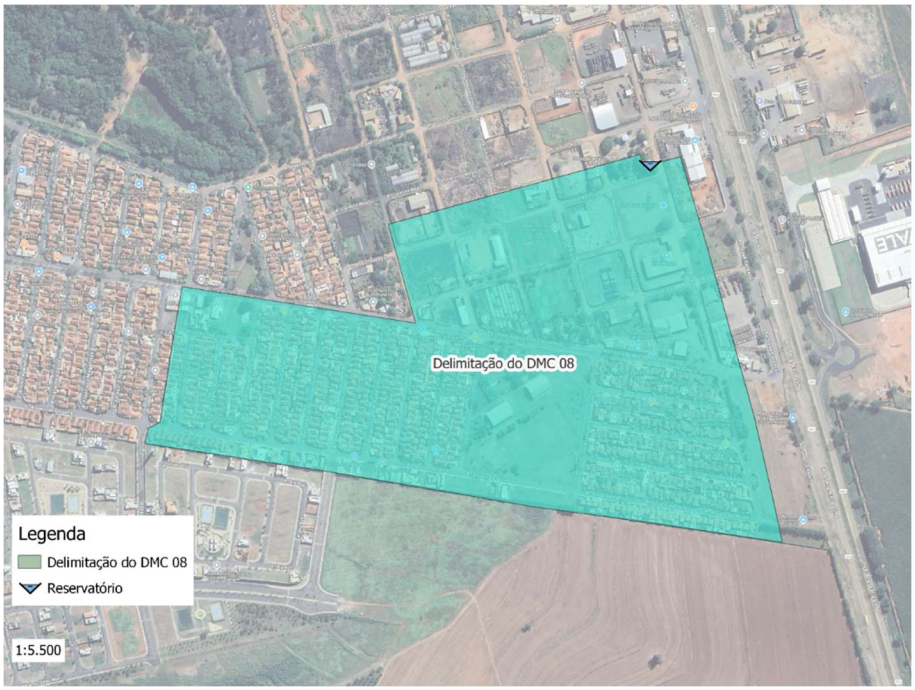


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-50 apresenta a área delimitada do DMC 08.

É importante destacar que parte deste setor não possui redes cadastradas, no entanto, foram consideradas as economias e lotes vagos disponíveis para a análise de reservação. Em razão da ausência do cadastro das redes, não foi possível avaliar a capacidade de abastecimento do sistema.

Figura 5-50. Delimitação do DMC 08.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Foi identificada uma possível área de expansão, que poderia comportar cerca de 939 novos lotes, resultando em uma demanda média de vazão de 15,65 l/s. No entanto, não seria viável incluir essa área no Setor 08, pois o reservatório atual não teria capacidade suficiente para atender tanto a área existente quanto a potencial expansão, devido a um déficit de 55m³ na capacidade de reservação.

Foram registrados 136 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.7.1.1.

5.8.7.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 08

A Tabela 5-33 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 08.

Tabela 5-33. Características hidráulicas do DMC 08

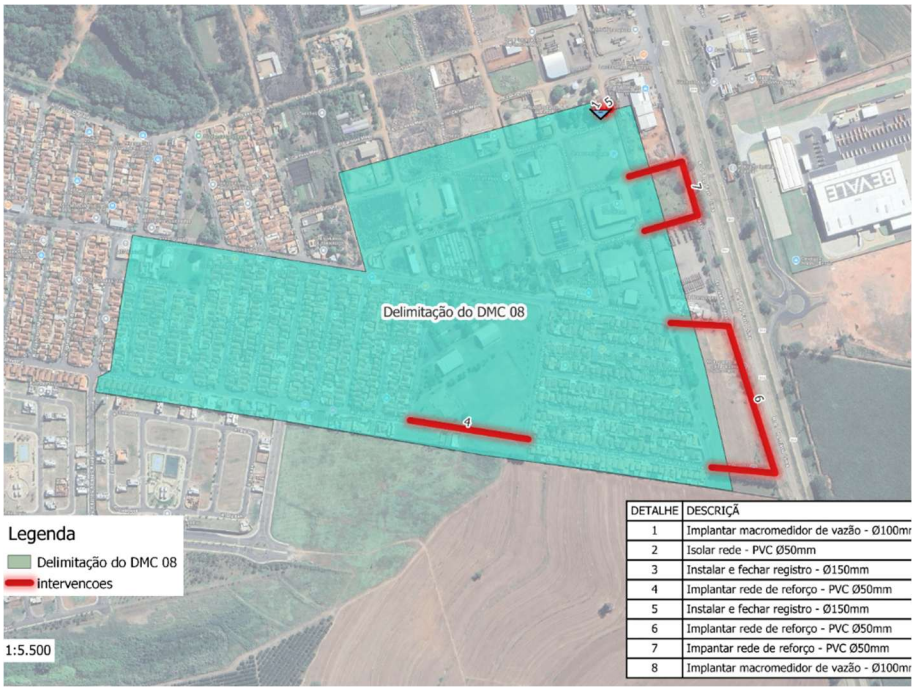
Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	811
Quantidade de economias	812
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	136
População atendida total (futuro)	2.595
Extensão de rede	6.681,25 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	37 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	9 mca*
Cota geométrica máxima	599,68 m
Cota geométrica mínima	575,47 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	284 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	7,89 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	9,87 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	14,81 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

*Valor apresentado em ponto de cota superior na hora de maior consumo; pressão de 11 mca apresentada durante a simulação hidráulica na vazão media

A Figura 5-51 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 08.

Figura 5-51. Intervenções do DMC 08.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-34. Além disso, está prevista a instalação de redes de reforço, assim como a implantação de válvula de manobra e o seu fechamento, delimitando sua área com a área do o setor subsequente.

Tabela 5-34. Características do macromedidor do DMC 08

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM08	Eletromagnético	100	0,43	1,89	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.7.2 **Setor 11 (DMC 11)**

O DMC 11 contido no Setor 11, é abastecido pela câmara alta, que possui 7,5 metros de altura e capacidade de 500m³. A alimentação dessa câmara é proveniente do recalque do reservatório Jordana 1.000m³. A Figura 5-52 apresenta o reservatório Jordana.

Figura 5-52. Reservatório Jordana.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-53 apresenta a área delimitada do DMC 11.

É importante destacar que parte deste setor não possui redes cadastradas, no entanto, foram consideradas as economias e lotes vagos disponíveis para a análise de reservação. Em razão da ausência do cadastro das redes, não foi possível avaliar a capacidade de abastecimento do sistema.

Figura 5-53. Delimitação do DMC 11.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 276 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.7.2.1

5.8.7.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 11

A Tabela 5-35 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 11.

Tabela 5-35. Características hidráulicas do DMC 11

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	575
Quantidade de economias	576
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	276

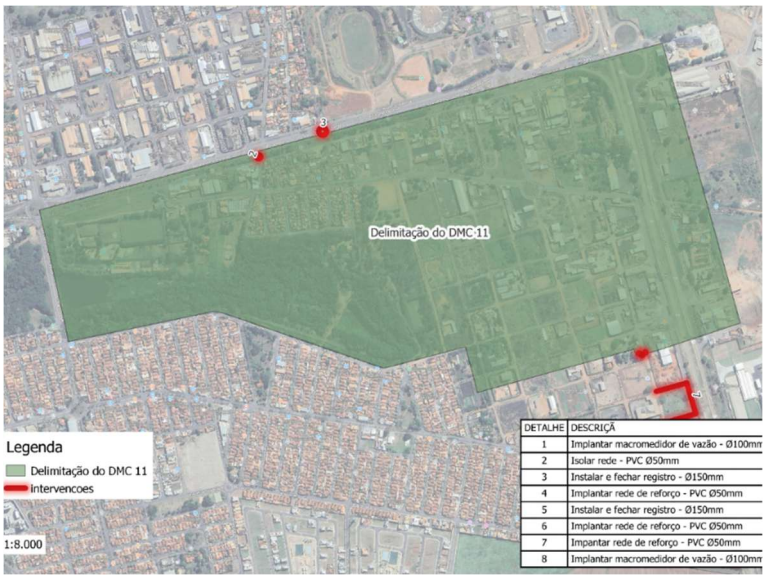
Tabela 5-35. Características hidráulicas do DMC 11

Parâmetro	Valor
População atendida total (futuro)	2.323
Extensão de rede	7.768,01 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	50 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	10 mca
Cota geométrica máxima	596,97 m
Cota geométrica mínima	552,65 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	255 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	7,09 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	8,86 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	13,29 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-54 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 11.

Figura 5-54. Intervenções do DMC 11.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-36. Além disso, está prevista o isolamento de redes, assim como a implantação de válvula de manobra e o seu fechamento, delimitando sua área com a área do o setor subsequente.

Tabela 5-36. Características do macromedidor do DMC 11

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM11	Eletromagnético	100	0,31	1,69	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.8 Sistema de Abastecimento Centenário

O sistema Centenário, atualmente é composto por um reservatório semi-enterrado, com apenas uma saída para o abastecimento dos bairros.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento para o reservatório, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise do setor proposto.

5.8.8.1 Setor 12 (DMC 09)

O DMC 09 contido no Setor 12, é abastecido pelo reservatório de concreto semi-enterrado, que possui 6 metros de altura e capacidade de 750m³. A alimentação desse reservatório é proveniente do Reservatório Jordana 1.000m³ e do poço do Sistema Produtor Jordana. A Figura 5-55 apresenta Reservatório Centenário.

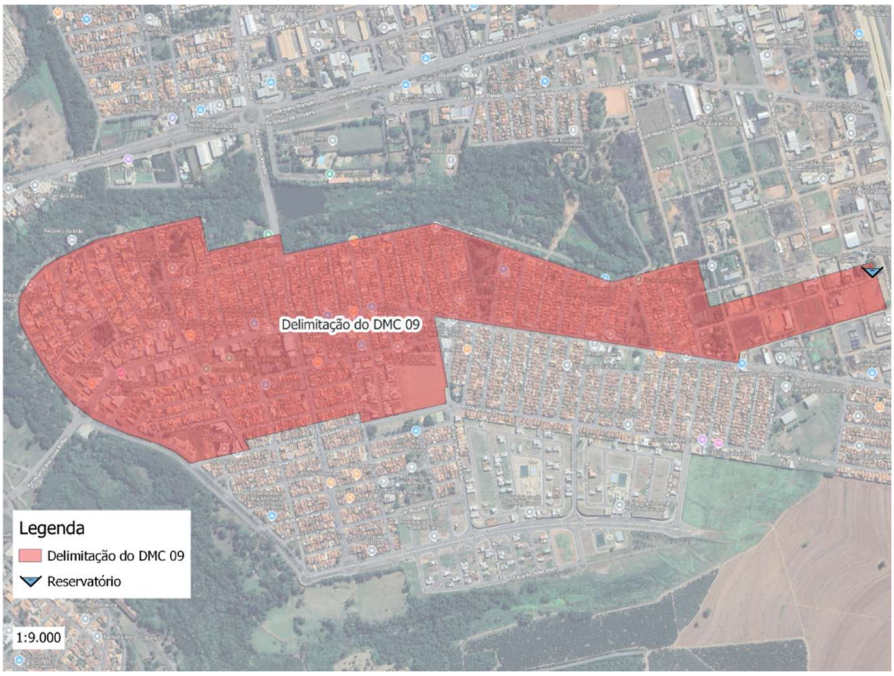
Figura 5-55. Reservatório Centenário.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN200mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-56 apresenta a área delimitada do DMC 09.

Figura 5-56. Delimitação do DMC 09.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não foram identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 120 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.8.1.1

5.8.8.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 09

A Tabela 5-37 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 09.

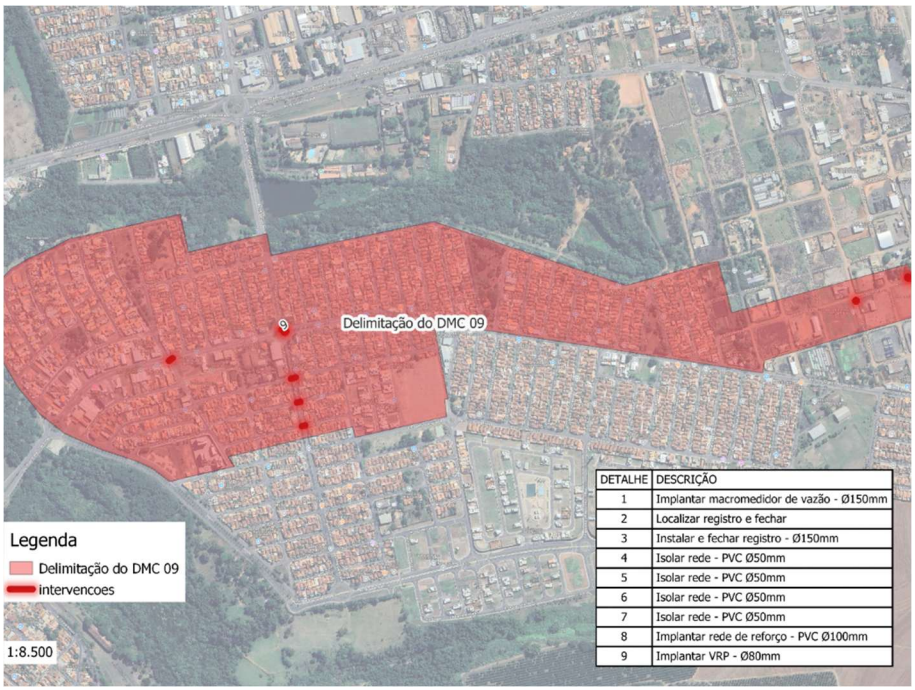
Tabela 5-37. Características hidráulicas do DMC 09

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.722
Quantidade de economias	1.831
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	120
População atendida total (futuro)	5.059
Extensão de rede	20.406,9 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	49 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	10 mca
Cota geométrica máxima	595,48 m
Cota geométrica mínima	528,08 m
Volume total de reservação existente	750 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	555 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	15,43 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	19,28 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	28,93 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-57 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 09.

Figura 5-57. Intervenções do DMC 09.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

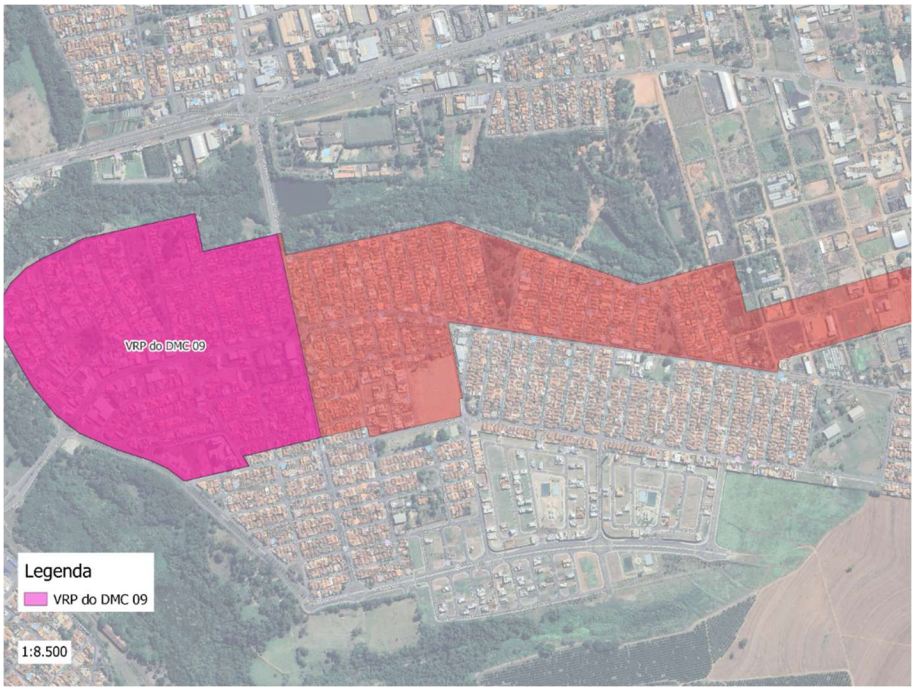
Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-38. Além disso, estão previstos também outros detalhes, como o isolamento de redes, a instalação de válvulas e manobra com seus respectivos fechamentos, além da implementação de um controlador de pressão por meio de uma Válvula Redutora de Pressão (VRP) A delimitação da área de atuação da VRP está ilustrada na Figura 5-58 e suas características são detalhadas na Tabela 5-39.

Tabela 5-38. Características do macromedidor do DMC 09

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM09	Eletromagnético	150	0,41	1,64	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-58. VRP do DMC 09



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-39. Características da VRP do DMC 09

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP_SETOR09	150	80	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.9 Sistema de Abastecimento Boa Vista

O sistema Boa Vista, atualmente é composto por um reservatório de câmara dupla elevado, com as duas saídas interligas resultando em apenas uma saída para o abastecimento do Jardins de Lucia, Boa Vista, Distrito Industrial I e Feccib Novo.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento para o reservatório, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise do setor proposto.

5.8.9.1 **Setor 13 (DMC 12)**

O DMC 12 contido no Setor 13, é abastecido pelo um reservatório de câmara dupla elevado, que possui 20 metros de altura e capacidade de 500m³. A alimentação desse reservatório é proveniente do poço do Sistema Produtor Boa Vista. A Figura 5-59 apresenta Reservatório Boa Vista.

Figura 5-59. Reservatório Boa Vista.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-60 apresenta a área delimitada do DMC 12.

Figura 5-60. Delimitação do DMC 12.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Foram identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor e registrados 94 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes e os novos empreendimentos sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

As áreas disponíveis para novos empreendimentos incluem uma destinada a galpões logísticos, com uma vazão média aproximada de 5,013 l/s, e outra destinada a um condomínio empresarial, com uma vazão média aproximada de 5,788 l/s.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.9.1.1

5.8.9.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 12

A Tabela 5-40 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 12.

Tabela 5-40. Características hidráulicas do DMC 12

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.486

Tabela 5-40. Características hidráulicas do DMC 12

Parâmetro	Valor
Quantidade de economias	1.508
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	94
População atendida total (futuro)	8.070
Extensão de rede	24.361,6 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	52 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	10 mca
Cota geométrica máxima	577,63 m
Cota geométrica mínima	525,70 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	918 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	25,50 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	31,88 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	47,82 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Considerando que o volume total de reservação necessário para atender 1/3 do consumo máximo diário futuro é superior a capacidade da reservação existente, propõe-se a implementação de um novo reservatório e um novo poço para o abastecimento do no reservatório. Este será elevado, com altura de 20 metros e capacidade de 500m³, funcionando como vaso comunicante com o reservatório existente (RBV).

A Figura 5-61 a seguir mostra a localização do reservatório proposto.

Figura 5-61. Localização do reservatório proposto.



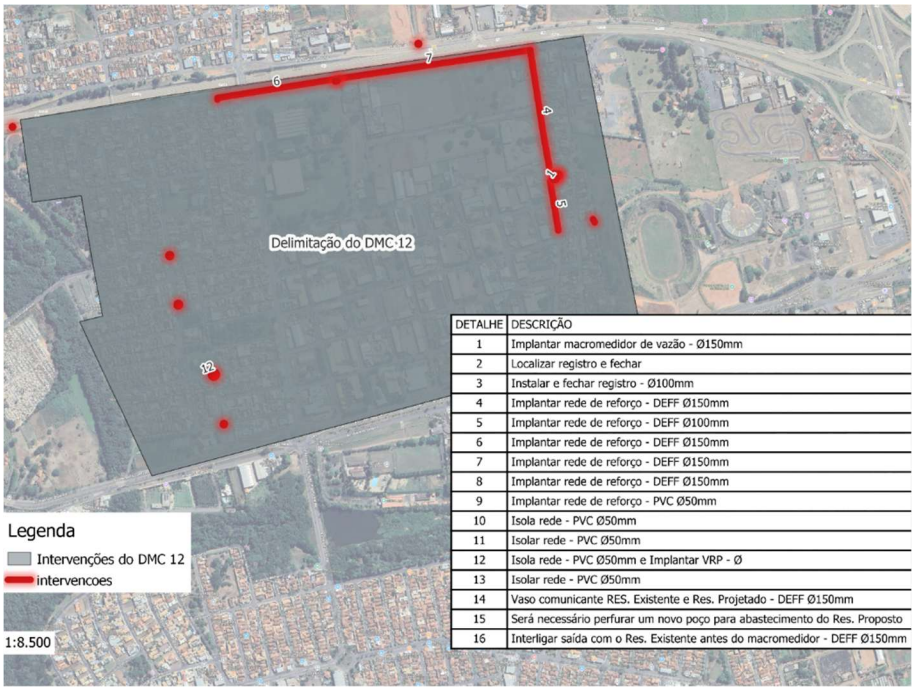
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A alimentação do novo reservatório será feita por meio da perfuração de um novo poço artesiano, uma vez que a vazão do poço atual, responsável pelo abastecimento do reservatório existente, não será suficiente para atender a demanda do reservatório proposto.

Quanto a sua saída, o novo reservatório será conectado à rede de saída do reservatório existente, também por meio de uma rede de DEFF DN150mm. Vale ressaltar que a interligação da saída deverá ser efetuada antes do macromedidor de vazão do reservatório existente, sendo tratado ainda nesse item.

A Figura 5-62 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 12.

Figura 5-62. Intervenções do DMC 12.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-41. Além disso, estão previstos também outros detalhes, como o isolamento de redes, a instalação de válvulas de manobra com seus respectivos fechamentos, o fechamento de válvulas de manobras existentes além da implementação de um controlador de pressão por meio de uma Válvula Redutora de Pressão (VRP) A delimitação da área de atuação da VRP está ilustrada na Figura 5-63 e suas características são detalhadas na Tabela 5-42.

Tabela 5-41. Características do macromedidor do DMC 12

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM12	Eletromagnético	150	0,39	2,71	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-63. VRP do DMC 12.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-42. Características da VRP do DMC 12

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP_DMC12	100	80	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.10 Sistema de Abastecimento Jardim Itália

O sistema Jardim Itália, atualmente é composto por um reservatório elevado, com apenas uma saída para abastecimento do Jardim Itália.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise individual do setor proposto.

5.8.10.1 **Setor 14 (DMC 14)**

O DMC 14 contido no Setor 14, é abastecido pelo reservatório elevado, que possui 21 metros de altura e capacidade de 250m³. A alimentação desse reservatório é

proveniente do Sistema Souza Lima e SetJardim. A Figura 5-64 apresenta o reservatório Jardim Itália.

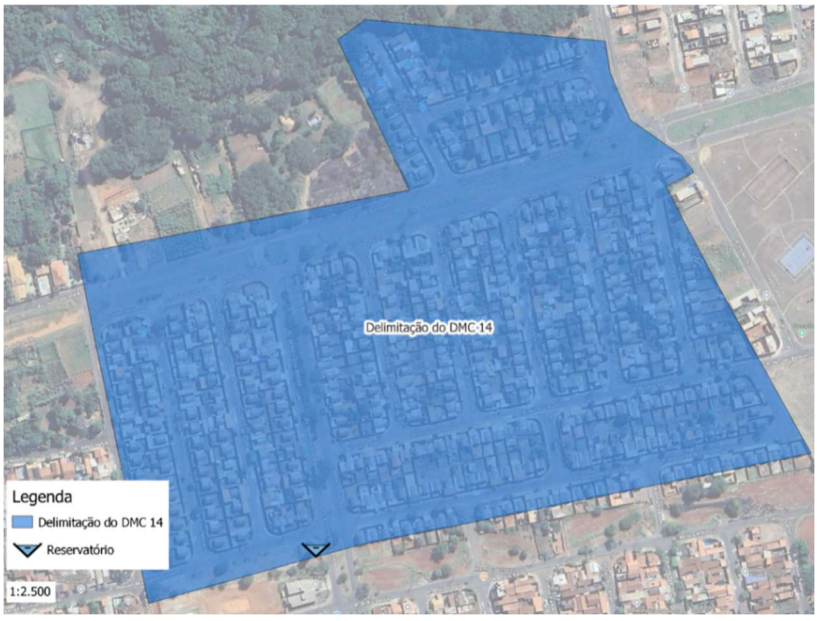
Figura 5-64. Reservatório Jardim Itália.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN75mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-65 apresenta a área delimitada do DMC 14.

Figura 5-65. Delimitação do DMC 14.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 25 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.10.1.1

5.8.10.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 14

A Tabela 5-43 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 14.

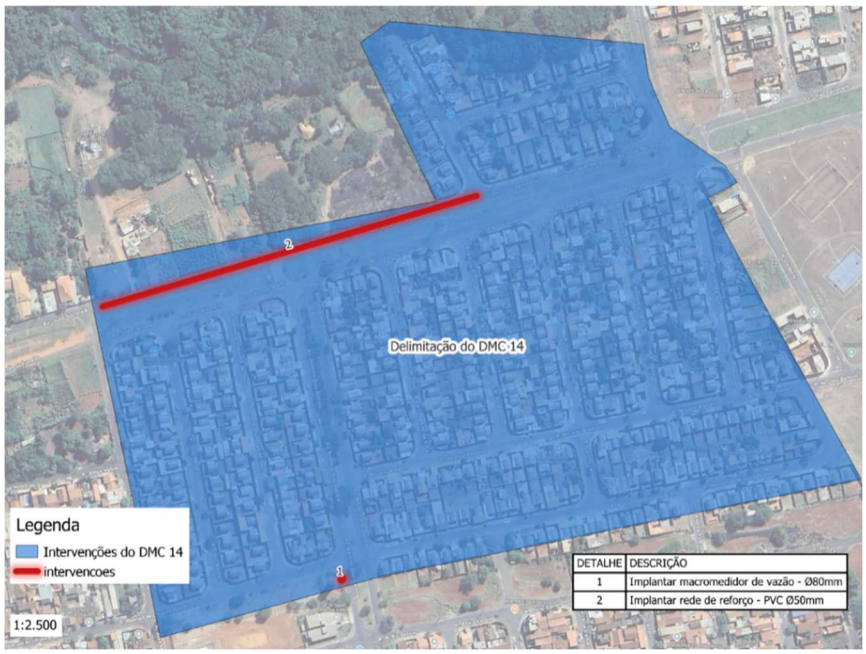
Tabela 5-43. Características hidráulicas do DMC 14

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	455
Quantidade de economias	455
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	25
População atendida total (futuro)	1.316
Extensão de rede	7.045,93 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	46 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	11 mca
Cota geométrica máxima	560,14 m
Cota geométrica mínima	528,16 m
Volume total de reservação existente	250 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	147 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	4,07 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	5,09 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	7,64 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-66 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 14.

Figura 5-66. Intervenções do DMC 14.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-44. Além disso, está prevista a instalação de rede de reforço.

Tabela 5-44. Características do macromedidor do DMC 14

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM14	Eletromagnético	80	0,39	1,52	75

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.11 Sistema de Abastecimento Sete Jardins

O sistema Sete Jardins, atualmente é composto pelo reservatório apoiado RSJ, com duas saídas de 150mm para abastecimento do Setor 15.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise individual do setor proposto.

5.8.11.1 **Setor 15 (DMC 15).**

O Setor 15 é abastecido pelo reservatório apoiado, que possui 24 metros de altura e capacidade de 1000m³. A alimentação desse reservatório é proveniente dos poços do Sistema Produtor Sete Jardins. A Figura 5-67 apresenta o reservatório.

Figura 5-67. Reservatório Sete Jardins. (RSJ)



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do reservatório vem do poço do sistema produtor e é realizado através do recalque de um conjunto motor bomba, por uma rede de diâmetro DN100mm em aço. Então, o reservatório distribui a vazão de forma progressiva para redes de diferentes diâmetros. A Figura 5-68 apresenta a área delimitada do Setor Sete Jardins.

Figura 5-68. Delimitação do Setor 15 - Sete Jardins.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 806 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.11.1.1

5.8.11.1.1 Especificidades e Intervenções do Setor 15 – Sete Jardins

A Tabela 5-45 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no Setor Sete Jardins.

Tabela 5-45. Características hidráulicas do Setor Sete Jardins

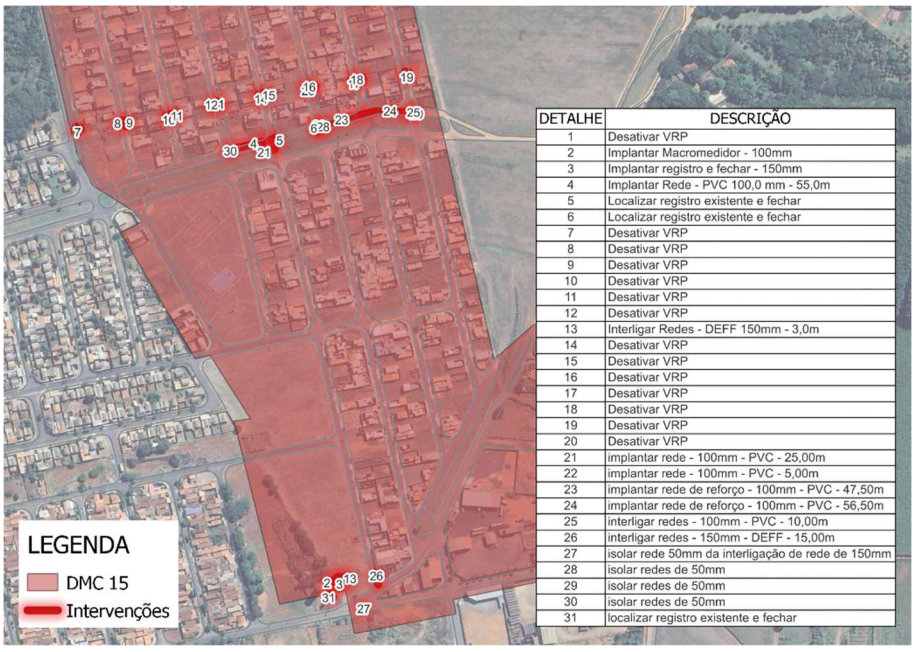
Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	626
Quantidade de economias	626
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	806
População atendida total (futuro)	3.895
Extensão de rede	16.348,8 m

Parâmetro	Valor
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	43 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	15 mca
Cota geométrica máxima	567,04 m
Cota geométrica mínima	528,44 m
Volume total de reservação existente	1000 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	423 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	11,74 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	14,67 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	22,01 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-69 seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do Setor Sete Jardins.

Figura 5-69. Intervenções e DMCs do Setor 15 – Sete Jardins.



DETALHE	DESCRIÇÃO
1	Desativar VRP
2	Implantar Macromedidor - 100mm
3	Implantar registro e fechar - 150mm
4	Implantar Rede - PVC 100,0 mm - 55,0m
5	Localizar registro existente e fechar
6	Localizar registro existente e fechar
7	Desativar VRP
8	Desativar VRP
9	Desativar VRP
10	Desativar VRP
11	Desativar VRP
12	Desativar VRP
13	Interligar Redes - DEFF 150mm - 3,0m
14	Desativar VRP
15	Desativar VRP
16	Desativar VRP
17	Desativar VRP
18	Desativar VRP
19	Desativar VRP
20	Desativar VRP
21	implantar rede - 100mm - PVC - 25,00m
22	implantar rede - 100mm - PVC - 5,00m
23	implantar rede de reforço - 100mm - PVC - 47,50m
24	implantar rede de reforço - 100mm - PVC - 56,50m
25	interligar redes - 100mm - PVC - 10,00m
26	interligar redes - 150mm - DEFF - 15,00m
27	isolar rede 50mm da interligação de rede de 150mm
28	isolar redes de 50mm
29	isolar redes de 50mm
30	isolar redes de 50mm
31	localizar registro existente e fechar

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destacam-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cuja característica está resumida na Tabela 5-46. Além disso, está prevista, a instalação de redes de reforço, redes de ligação, assim como a implantação de válvula de manobra e o seu fechamento, desativação das antigas VRPs, e por fim, a instalação de um controlador de pressão por meio de VRP (Válvula Redutora de Pressão) com a delimitação apresentada na Figura 5-70 e características na Tabela 5-47.

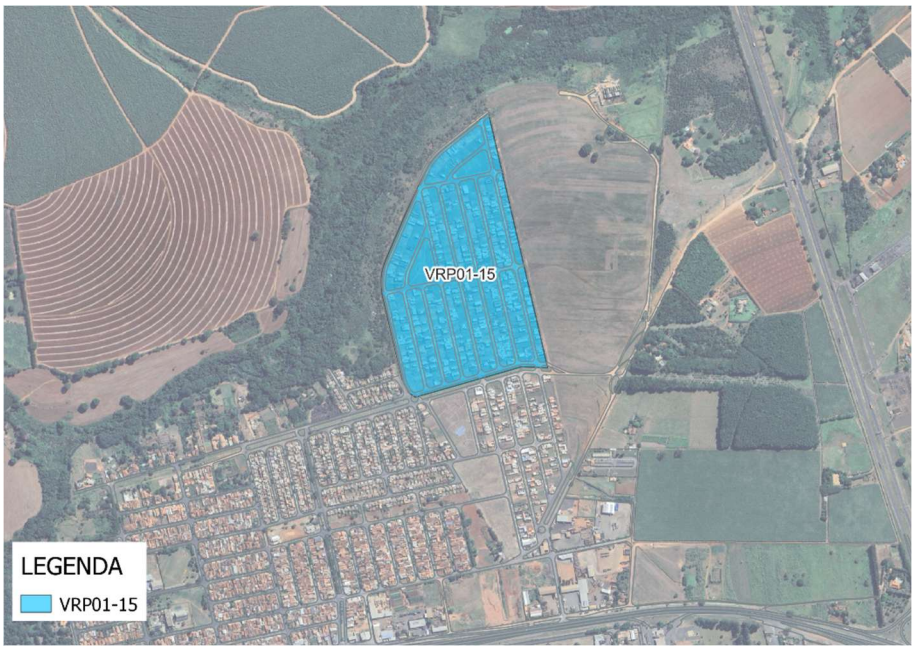
É sugerido manter o reservatório em um nível mínimo de 10 metros, para que abastecimentos próximos a ele, não tenham pressões abaixo de 10 m.c.a. Fator esse, que pode ser facilmente estabelecido, dada a grande altitude e capacidade do reservatório.

Tabela 5-46. Características dos macromedidores do Setor 15

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM15	Eletromagnético	100	0,34	2,80	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-70. Áreas delimitadas pelas VRPs do Setor 15.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-47. Características da VRP do Setor 15

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP 15-1	150	80	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.12 Sistema de Abastecimento Souza Lima

O sistema Souza Lima atualmente é composto pelo reservatório apoiado RSL, possui apenas uma saída de 150mm para abastecimento do Setor 16.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise individual do setor proposto.

5.8.12.1 Setor 16 (DMC 18)

O DMC 18 contido no Setor 16, é abastecido pelo reservatório apoiado, que possui 16 metros de altura e capacidade de 250m³. A alimentação desse reservatório é proveniente dos poços do Sistema Produtor Souza Lima. A Figura 5-71 apresenta o reservatório.

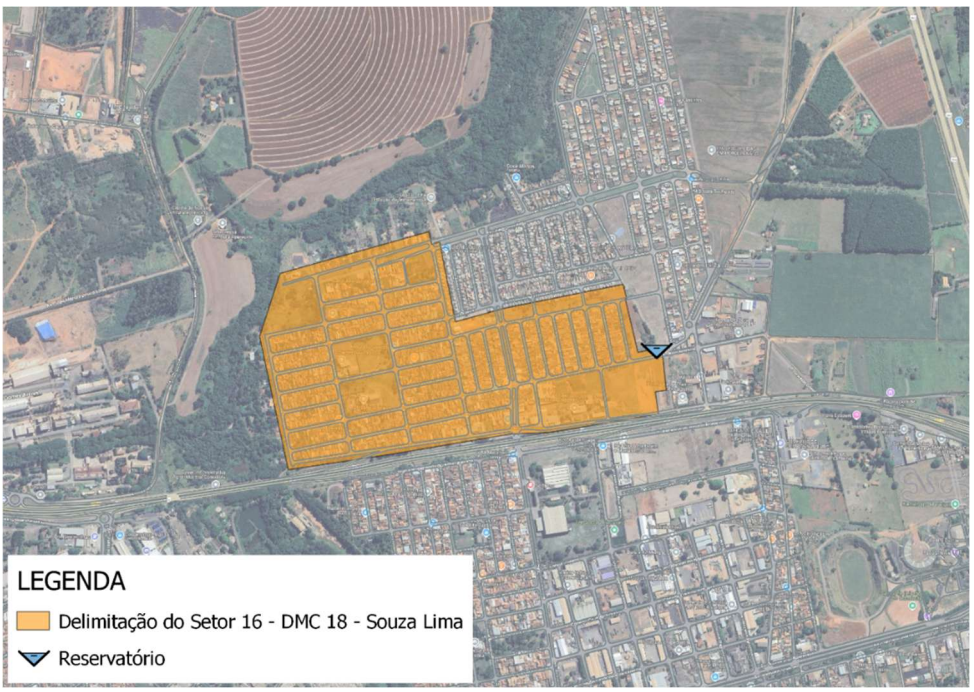
Figura 5-71. Reservatório Souza Lima (RSL).



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do reservatório vem do poço do sistema produtor e é realizado através do recalque de um conjunto motor bomba, por uma rede de diâmetro DN100mm em aço. Então, o reservatório distribui a vazão de forma progressiva para redes de diferentes diâmetros. A Figura 5-72 apresenta a área delimitada do Setor Souza Lima.

Figura 5-72. Delimitação do DMC 18 - Souza Lima.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 128 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.12.1.1

5.8.12.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 18

A Tabela 5-48 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 18.

Tabela 5-48. Características hidráulicas do DMC 18

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.559
Quantidade de economias	1.566
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	128
População atendida total (futuro)	4.608
Extensão de rede	15.089,8 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	52 mca1
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	9 mca2
Cota geométrica máxima	570,9 m
Cota geométrica mínima	522,7 m
Volume total de reservação existente	250 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	527 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	14,63 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	18,28 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	27,43 L/s

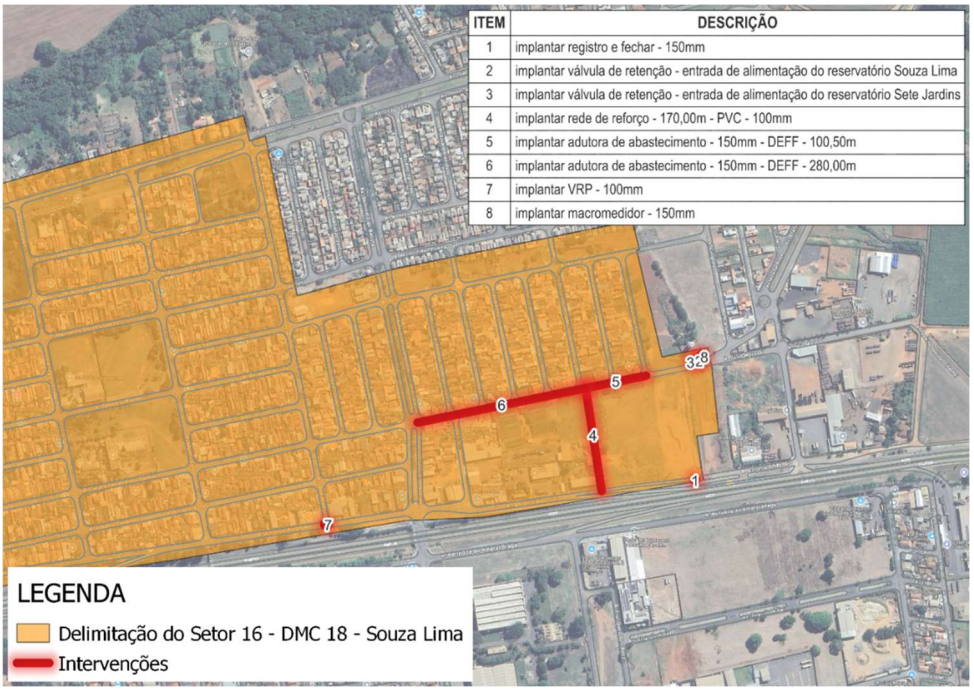
1. pressão máxima observada na simulação em ponto final de rede com cota baixa;
2. pressão mínima observada na simulação em ponto de cota elevada; pressão média no local: 12 mca.

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Como pode ser observado na tabela anterior, o volume de reservação existente é inferior ao volume necessário para atender ao setor quando de sua total ocupação, sendo necessária a implantação de um novo reservatório com as mesmas características do reservatório existente, porém com um volume mínimo de 277 m³.

A Figura 5-73 seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 18.

Figura 5-73. Intervenções do DMC 18.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destacam-se a implantação de um macromedidor de vazão, na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-49. Além disso, estão previstas, a implantação de redes de reforço, redes de ligação, assim como a implantação de válvula de manobra e o seu fechamento, e por fim, a instalação de um controlador de pressão por meio de VRP (Válvula Redutora de Pressão) com delimitação apresentada na Figura 5-74 e característica na Tabela 5-50.

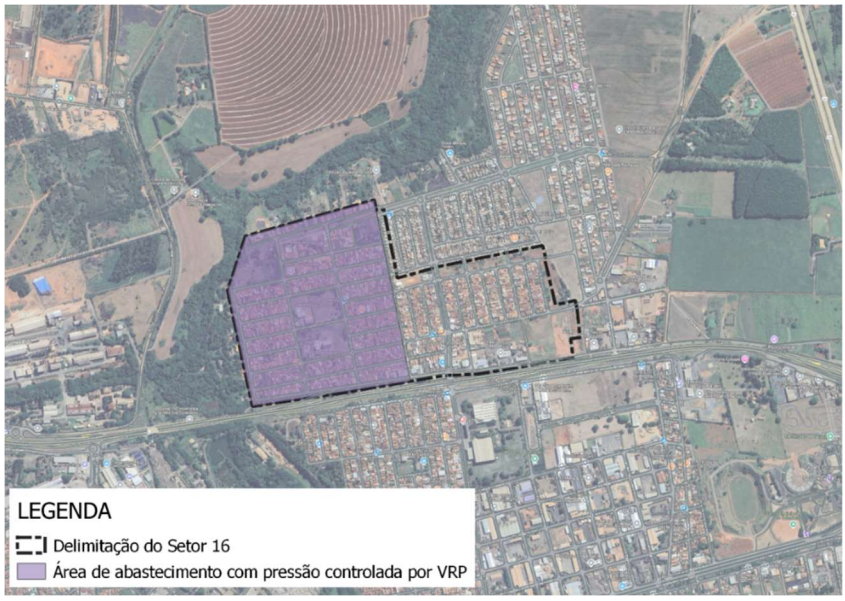
Ainda assim, é sugerido manter o reservatório em um nível mínimo de 9 metros, para que abastecimentos próximos a ele, não tenham pressões abaixo de 10 m.c.a.

Tabela 5-49. Características dos macromedidores do DMC 18

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM18	Eletromagnético	150	0,38	1,55	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-74. Área delimitada pela VRP do Setor Souza Lima.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-50. Características da VRP do DMC 18

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP DMC18-1	150	100	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.13 Sistema de Abastecimento Rassin Dib

O sistema Rassin Dib é composto atualmente por um reservatório elevado, possuindo um volume de reservação de 280 m³.

Sua alimentação é proveniente do reservatório de duas câmaras do sistema Progresso, por meio de uma adutora de DN150mm de diâmetro, composta por tubos de cimento amianto.

É proposto para esse sistema a criação de um único setor de abastecimento a partir da única adutora existente interligada ao reservatório.

5.8.13.1 Setor 17 (DMC 20)

O DMC 20 contido no Setor 17, será abastecido exclusivamente pelo reservatório elevado existente dentro do limite de abrangência do setor. A Figura 5-75 apresenta o reservatório RRA.

Figura 5-75. Reservatório Rassin Dib.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do setor será realizado por uma rede primária existente de diâmetro DN150mm que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para as redes secundárias de diferentes diâmetros. A Figura 5-76 apresenta a área delimitada do DMC 20.

Figura 5-76. Delimitação do DMC 20.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados ainda 136 lotes vagos. Com o crescimento populacional estima até o final do plano, espera-se que, tanto os lotes vagos como também os novos empreendimentos sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item a seguir.

5.8.13.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 20

A Tabela 5-51 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 20.

Tabela 5-51. Características hidráulicas do DMC 20

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.220
Quantidade de economias	1.221
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	136
População atendida total (futuro)	3.691
Extensão de rede	11.058,3 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	43 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	11 mca*
Cota geométrica máxima	572,65 m
Cota geométrica mínima	541,11 m
Volume total de reservação existente	280 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	431 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	11,96 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	14,95 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	22,43 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Como pode ser observado na tabela acima, o volume do reservatório existente é insuficiente para atender o setor no fim de plano, sendo proposta a implantação de outro reservatório com volume mínimo de 150 m³, interligado ao reservatório existente.

O novo reservatório deverá estar interligado ao reservatório existente em sua cota mais inferior por um duto de 200mm de diâmetro, e também deverá possuir as mesmas dimensões verticais a fim de que trabalhe com a função de "vaso-comunicante", tornando-se um reservatório pulmão.

A Figura 5-77 indica a proposta do local de implantação do reservatório proposto.

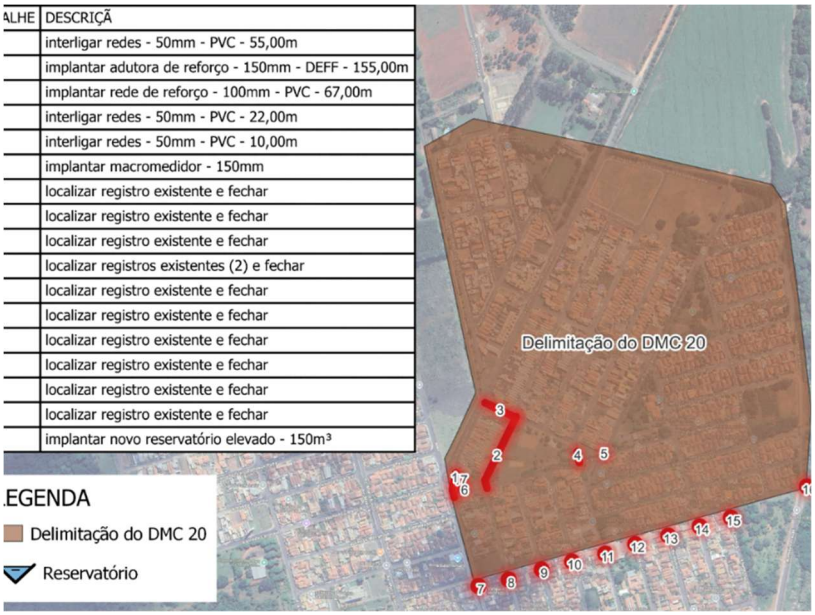
Figura 5-77. Localização do reservatório proposto



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A seguir são indicadas na Figura 5-78, a localização das intervenções propostas para a implantação do DMC 20.

Figura 5-78. Intervenções do DMC 20.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor na saída do reservatório existente, cujas características estão resumidas na Tabela 5-52. Além disso, está previsto também a implantação de um novo reservatório que complementará o volume de reservação necessário para o setor.

Tabela 5-52. Características do macromedidor do DMC 20

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM20	Eletromagnético	150	0,31	1,27	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.14 Sistema de Abastecimento Primavera

O Sistema Primavera é composto atualmente por um reservatório apoiado (com um volume de reservação de 250 m³), e um poço (vazão declarada de 5,7 m³/h – 20,52 L/s) que alimenta diretamente o reservatório existente.

É proposta para esse sistema a criação de um único setor de abastecimento a partir da única adutora existente interligada ao reservatório.

5.8.14.1 **Setor 18 (DMC 21)**

O DMC 21 contido no Setor 18, será abastecido exclusivamente pelo reservatório apoiado existente dentro do limite de abrangência do setor. A Figura 5-79 apresenta o reservatório RPR.

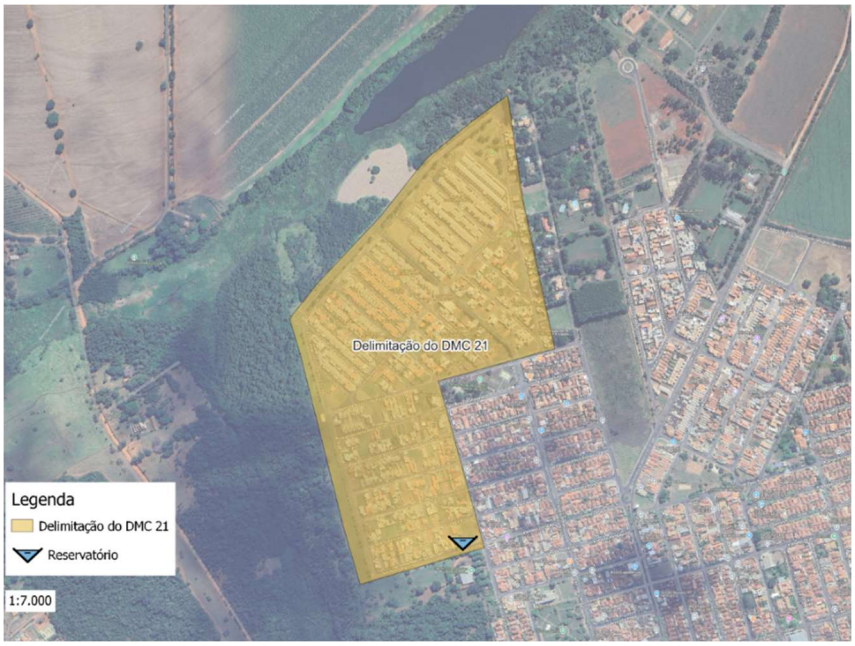
Figura 5-79. Reservatório Primavera.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do setor será realizado por uma rede primária existente de diâmetro DN150mm que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para as redes secundárias de diferentes diâmetros. A Figura 5-80 apresenta a área delimitada do DMC 21.

Figura 5-80. Delimitação do DMC 21.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O DMC 21 não possui dentro de seus limites área disponível para novos empreendimentos, porém está próximo de Área de Expansão Urbana autorizada para urbanização futura (ver Figura 5-81).

Mesmo sendo possível fisicamente a incorporação dessa Área de Expansão ao DMC 21, este por sua vez não tem capacidade de atender a nova demanda, quer pela vazão atual de exploração do poço, quer pelo volume existente de reservação.

Portanto é proposto que novos empreendimentos que venham a ser implantados nessa Área de Expansão, contem com sistemas próprios de produção e reservação de água.

Vale ressaltar que nos trabalhos de análise do DMC 21 foram contabilizadas 292 áreas vazias classificadas como lotes vagos, utilizando para esses a demanda base de consumo a fim de calcular a demanda total para o futuro, e dessa forma validar a capacidade de atendimento dos equipamentos hoje existentes no setor.

Figura 5-81. Área de Expansão Urbana.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.14.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 21

A

Tabela 5-53 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 21.

Tabela 5-53. Características hidráulicas do DMC 21

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	772
Quantidade de economias	772
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	292
População atendida total (futuro)	2.894
Extensão de rede	12.513,2 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	52 mca

Tabela 5-53. Características hidráulicas do DMC 21

Parâmetro	Valor
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	19 mca*
Cota geométrica máxima	562,55 m
Cota geométrica mínima	532,79 m
Volume total de reservação existente	250 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	330 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	9,17 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	11,46 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	17,19 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Como pode ser observado na tabela acima, o volume do reservatório existente é insuficiente para atender o setor no fim de plano, sendo proposta a implantação de outro reservatório com volume mínimo de 80 m³, interligado ao reservatório existente.

O novo reservatório deverá estar interligado ao reservatório existente em sua cota mais inferior por um duto de 150mm de diâmetro, e também deverá possuir as mesmas dimensões verticais a fim de que trabalhe com a função de “vaso-comunicante”, tornando-se um reservatório pulmão.

A Figura 5-82 indica a proposta do local de implantação do reservatório proposto.

Figura 5-82. Localização do reservatório proposto.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O DMC 21 encontra-se totalmente delimitado e estanque, sendo a única intervenção necessária, a implantação de um macromedidor de vazão na adutora de saída de abastecimento do reservatório, cuja características principais estão descritas na Tabela 5-54.

Tabela 5-54. Características do macromedidor do DMC 21

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM21	Eletromagnético	100	0,43	2,19	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.15 Sistema de Abastecimento Pedro Paschoal

O Sistema Pedro Pascoal é composto atualmente por 4 reservatórios apoiados, sendo que um deles encontra-se desativado.

Os reservatórios apresentam volumes de 2.000 m³ e 250 m³, possuindo o reservatório desativado, o volume de 250 m³.

Além dos reservatórios, o sistema conta também com dois poços: um localizado na mesma área onde encontram-se implantados os reservatórios (vazão de 112 m³/h), e

outro localizado mais distante (vazão de 9,7 m³/h). Este último conta com um sistema auxiliar de recalque de água que bombeia para os reservatórios existentes.

Este estudo contempla a proposta de implantação de dois setores de abastecimento. O primeiro alimentado pelo reservatório apoiado de 2.000 m³ de volume, e o segundo alimentado por dois reservatórios ativos e também apoiados, de 250 m³ de volume cada.

A seguir são apresentadas as propostas para a setorização do Sistema de Abastecimento Pedro Paschoal.

5.8.15.1 **Setor 19 (DMC 22)**

O DMC 22 contido no Setor 19, será abastecido exclusivamente pelo reservatório apoiado com volume de 2.000 m³. A Figura 5-83 apresenta o reservatório RPP-2000.

Figura 5-83. Reservatório Pedro Pascoal RPP-2000.

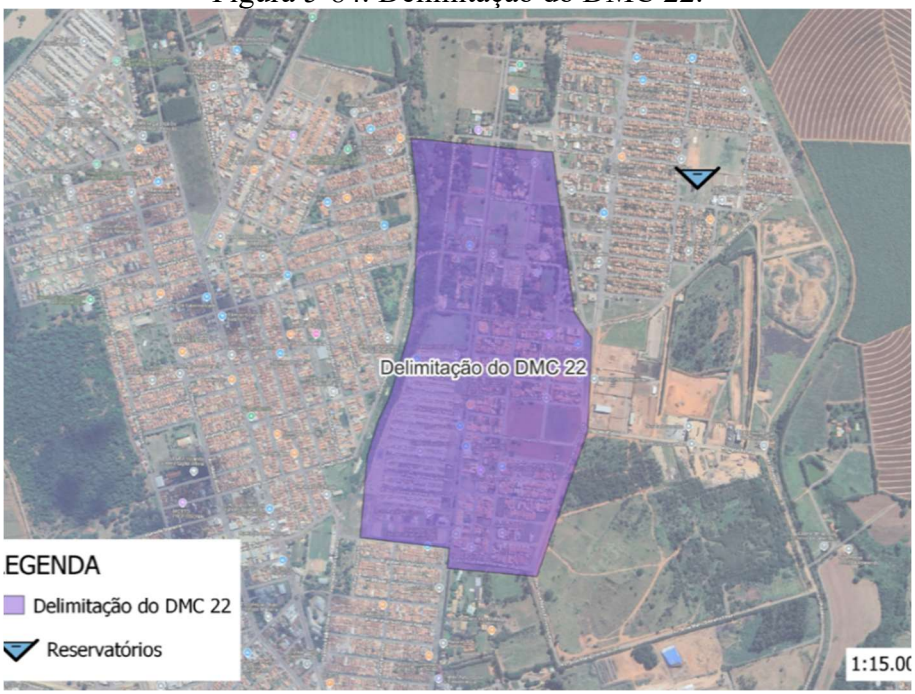


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do setor será realizado por uma rede primária existente de diâmetro de DN200mm que, distante da saída do reservatório, distribui a vazão de forma

progressiva para as redes secundárias de diferentes diâmetros. A Figura 5-84 apresenta a área delimitada do DMC 22.

Figura 5-84. Delimitação do DMC 22.

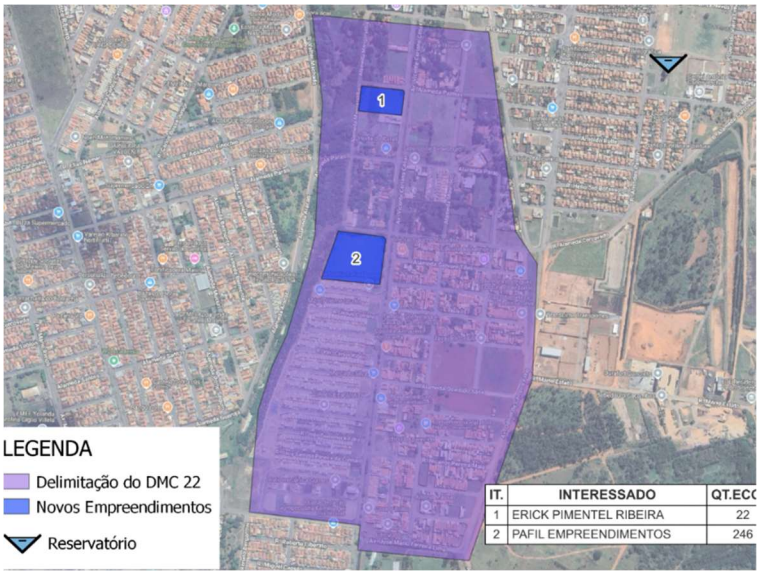


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O DMC 22 possui dentro de seus limites, duas áreas disponíveis para novos empreendimentos que totalizam 268 economias (Figura 5-85).

Além desses novos empreendimentos, foram registrados ainda 445 lotes vagos, sendo esses lotes como também as economias dos novos empreendimentos consideradas neste estudo. Com o crescimento populacional estima-se que, tanto os lotes vagos como também os novos empreendimentos sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

Figura 5-85. Localização de novos empreendimentos do DMC 22.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.15.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 22

A Tabela 5-55 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 22.

Tabela 5-55. Características hidráulicas do DMC 22

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.134
Quantidade de economias	1.165
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	713
População atendida total (futuro)	5.108
Extensão de rede	19.207,7 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	38 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	10 mca
Cota geométrica máxima	578,05 m
Cota geométrica mínima	556,08 m

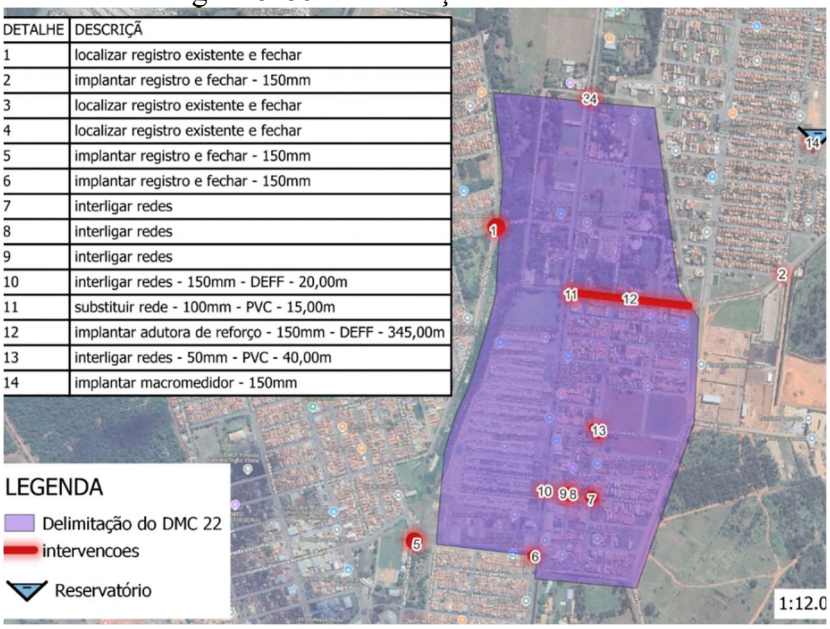
Tabela 5-55. Características hidráulicas do DMC 22

Parâmetro	Valor
Volume total de reservação existente	2.000 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	600 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	16,67 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	20,83 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	31,25 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-86 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para o DMC 22.

Figura 5-86. Intervenções do DMC 22.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-56. Além disso, estão previstos também outros detalhes como implantação de redes e adutoras de reforço, implantação de registros e seu fechamento e o fechamento de registros existentes.

Tabela 5-56. Características do macromedidor do Setor 32 – REL - Centro

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM32	Eletromagnético	150	0,31	1,77	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.15.2 **Setor 20 (DMC 23)**

O DMC 23 contido no Setor 20, será abastecido exclusivamente por dois reservatórios apoiados ativos de 250 m³ de volume cada, perfazendo o total de 500 m³ de volume de reservação.

A Figura 5-87 apresenta os reservatórios RPP1 e 3.

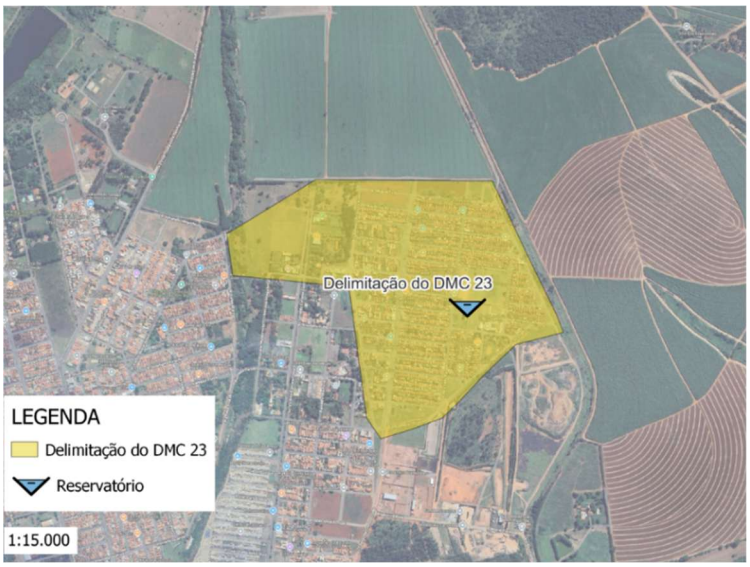
Figura 5-87. Reservatórios Pedro Paschoal RPP1 e 3.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do setor é realizado por uma rede primária existente de diâmetro de 150mm que distribui a vazão de forma progressiva para as redes secundárias de diferentes diâmetros. A Figura 5-88 apresenta a área delimitada do DMC 23.

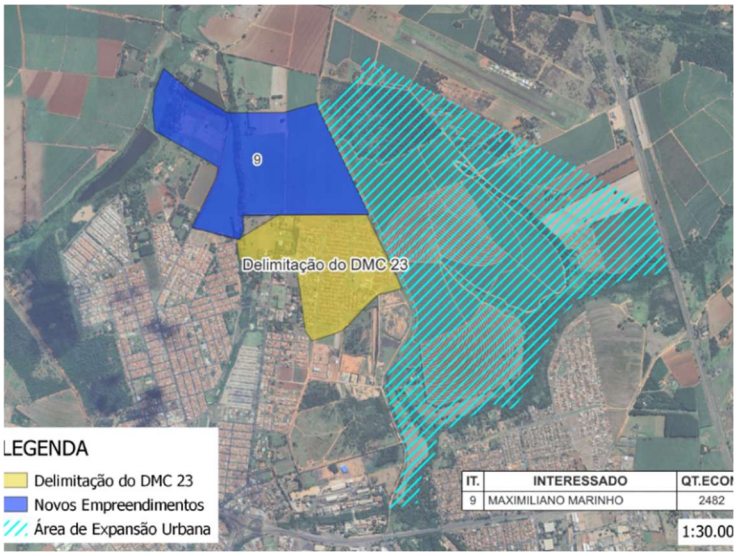
Figura 5-88. Delimitação do DMC 23.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O DMC 23 possui contíguo a seus limites uma área disponível para novos empreendimentos, e também se localiza ao lado de Área de Expansão Urbana autorizada para urbanização futura (ver Figura 5-89).

Figura 5-89. Área de Expansão Urbana e Novo Empreendimento do DMC 23.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Mesmo sendo possível fisicamente a incorporação dessas áreas ao DMC 23, este por sua vez não tem capacidade de atender a nova demanda.

Portanto é proposto que novos empreendimentos que venham a ser implantados nas áreas mencionadas, contem com sistemas próprios de produção e reservação de água.

Vale ressaltar que nos trabalhos de análise do DMC 23 foram contabilizadas 242 áreas vazias classificadas como lotes vagos, utilizando para esses a demanda base de consumo a fim de calcular a demanda total para o futuro, e dessa forma validar a capacidade de atendimento dos equipamentos hoje existentes no setor.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.15.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 23

A Tabela 5-57 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 23.

Tabela 5-57. Características hidráulicas do DMC 23

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.341
Quantidade de economias	1.341
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	242
População atendida total (futuro)	4.306
Extensão de rede	20,487,8 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	38 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	14 mca
Cota geométrica máxima	580,59 m
Cota geométrica mínima	558,40 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	488 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	13,57 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	16,96 L/s

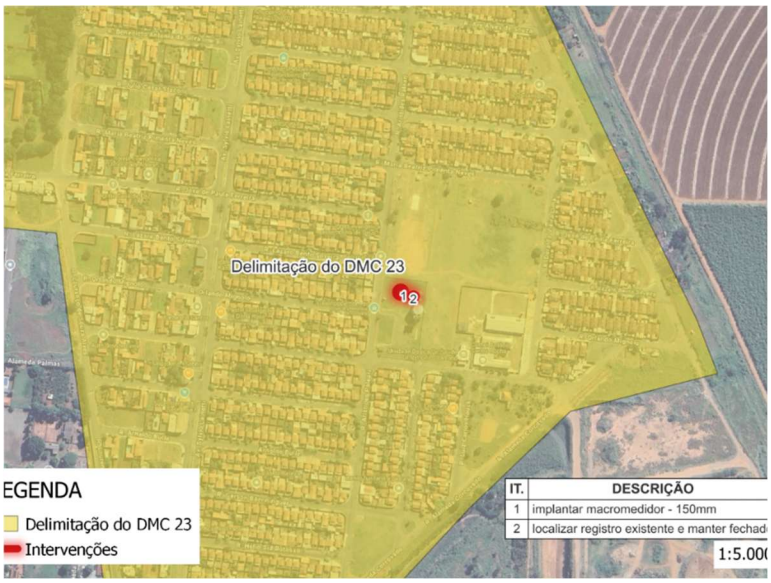
Tabela 5-57. Características hidráulicas do DMC 23

Parâmetro	Valor
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	25,43 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-90 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para o DMC 23.

Figura 5-90. Intervenções do DMC 23.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Apenas duas intervenções se mostram necessária para adequação do DMC 23. A primeira se refere a implantação de um macromedidor de vazão na saída de abastecimentos do reservatório RPP3, cujas características estão resumidas na Tabela 5-58. A segunda intervenção é o fechamento de um registro junto ao reservatório RPP1 que alimenta uma rede de 50mm de diâmetro, fazendo com que toda a vazão de abastecimento do setor seja registrada pelo macromedidor previsto na saída do reservatório RPP3.

Tabela 5-58. Características do macromedidor do DMC 23.

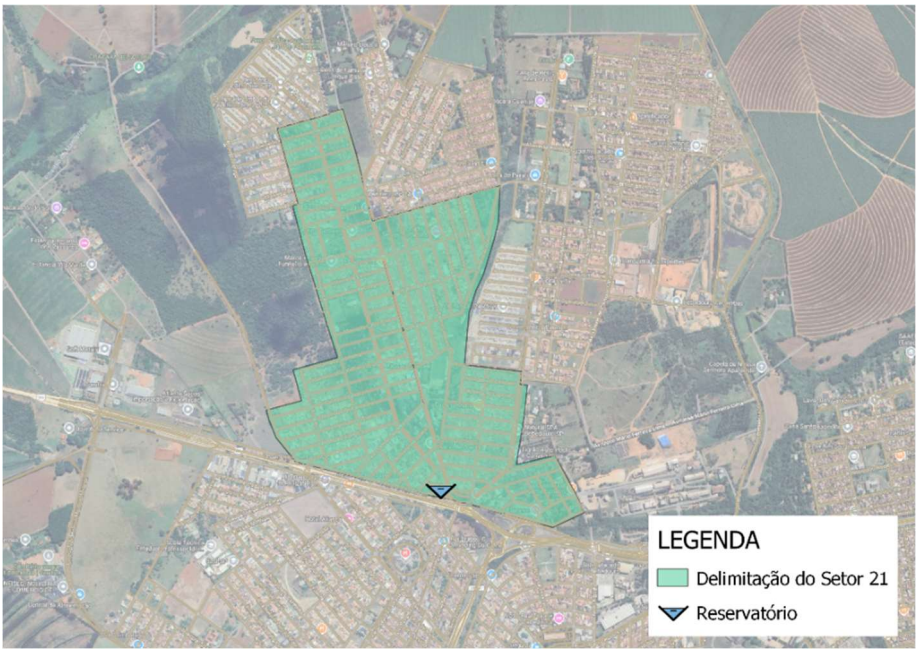
Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM23	Eletromagnético	150	0,33	1,44	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.16 Sistema de Abastecimento Cláudia

Analisando o cadastro do sistema de abastecimento observa-se que o reservatório Cláudia além de alimentado por poço, recebe contribuição dos Sistemas Sanderson e Pedro Paschoal, havendo mistura no abastecimento com o Sistema Progresso. Assim, a setorização proposta através da simulação hidráulica prevê o isolamento hidráulico das áreas adjacentes e o abastecimento do futuro setor Cláudia, com área de abrangência demonstrada na Figura 5-91, pelas câmaras superior e inferior do reservatório, como apresentado a diante.

Figura 5-91. Delimitação do Setor 21



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O sistema será abastecido por gravidade através reservatório de concreto com câmara dupla, com 14 m de altura total e capacidade de 400 m³ em cada câmara. Apresenta-se na Figura 5-92 o reservatório em questão.

Figura 5-92. Reservatório Cláudia

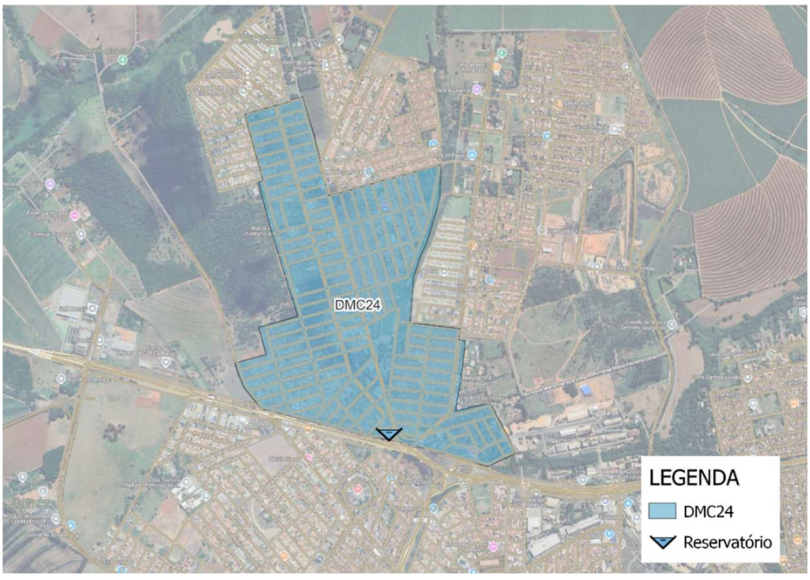


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.16.1 **Setor 21 (DMC 24)**

Considerando as características topográficas locais, todo o DMC 24 será atendido pela câmara superior do reservatório, sendo sua delimitação apresentada na Figura 5-93.

Figura 5-93. Delimitação do Setor 21 – DMC 24



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.16.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 24

A Tabela 5-59 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 24.

Tabela 5-59. Características hidráulicas do DMC 24

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	3.540
Quantidade de economias	3.565
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	111
População atendida total (futuro)	9.999
Extensão de rede	44.074,5 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	48 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	9 mca1
Cota geométrica máxima	580,82 m
Cota geométrica mínima	551,70 m
Volume total de reservação existente	400 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	1.184 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	32,89 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	41,11 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	61,67 L/s

1. Pressão mínima registrada na hora de maior consumo; pressão média no local: 16 mca.

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Como pode ser observado na tabela anterior, o volume de reservação existente é insuficiente para atender todo o setor ao final de plano.

Portanto é proposto que seja implantado um novo reservatório podendo este ser do tipo apoiado, com as mesmas alturas de nível d'água da câmara inferior do reservatório existente, e possuindo um volume de reservação de no mínimo 784 m³.

Este novo reservatório será interligado à câmara inferior do reservatório possibilitando que trabalhem em regime de "vasos-comunicantes".

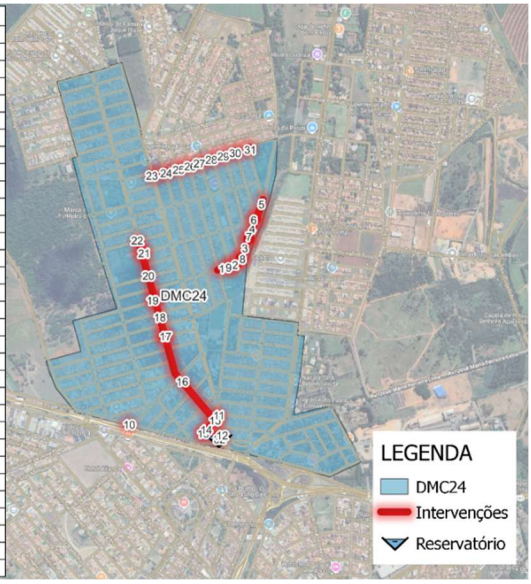
Quanto a câmara superior do reservatório existente, esta será responsável por abastecer todo o setor proposto.

Para isso será necessário que o sistema de recalque da câmara inferior para a câmara superior trabalhe de forma a manter o nível d'água da câmara superior sempre próximo ao nível máximo, sendo necessário empregar o uso de inversor de frequência no painel das bombas, a fim de variar a rotação das bombas proporcionando dessa forma a variação da vazão de entrada.

A seguir na Figura 5-94 são relacionadas as intervenções propostas para implantação do DMC 24.

Figura 5-94. Intervenções do DMC 24.

ITEM	DESCRIÇÃO
1	implantar rede - 65,00m - PVC - 100mm
2	implantar rede - 100mm - PVC - 80,00m
3	implantar rede - 100mm - PVC - 110,00m
4	implantar rede - 50mm - PVC - 105,00m
5	implantar rede - 50mm - PVC - 110,00m
6	interligar redes
7	interligar redes
8	interligar redes
9	interligar redes
10	isolar rede da adutora
11	interligar redes
12	implantar adutora de reforço - 150mm - DEFF - 96,00m
13	interligar rede - 150mm - DEFF - 5,00m
14	implantar adutora de reforço - 150mm - DEFF - 90,00m
15	interligar rede - 150mm - DEFF - 5,00m
16	implantar adutora de reforço - 150mm - DEFF - 520,00m
17	interligar redes - 100mm - PVC - 10,00m
18	implantar adutora de reforço - 150mm - DEFF - 195,00m
19	interligar redes - 100mm - PVC - 10,00m
20	implantar adutora de reforço - 150mm - DEFF - 252,00m
21	interligar redes - 50mm - PVC - 7,00m
22	implantar adutora de reforço - 150mm - DEFF - 72,00m
23	localizar registro existente e fechar
24	localizar registro existente e fechar
25	localizar registro existente e fechar
26	localizar registros existentes e fechar
27	localizar registro existente e fechar
28	localizar registro existente e fechar
29	localizar registro existente e fechar
30	localizar registro existente e fechar
31	localizar registro existente e fechar
32	implantar macromedidor - 150mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Para contabilização da vazão da área, prevê-se a implantação de macromedidor de vazão na saída do reservatório, com características descritas pela Tabela 5-60.

Tabela 5-60. Características do macromedidor do DMC 24

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM24	Eletromagnético	150	0,91	3,49	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.17 Sistema de Abastecimento Progresso

O sistema Progresso é composto atualmente de um reservatório de câmara dupla (inferior e superior), possuindo cada uma um volume de reservação de 500 m³, e um reservatório elevado de 500 m³ de volume de reservação.

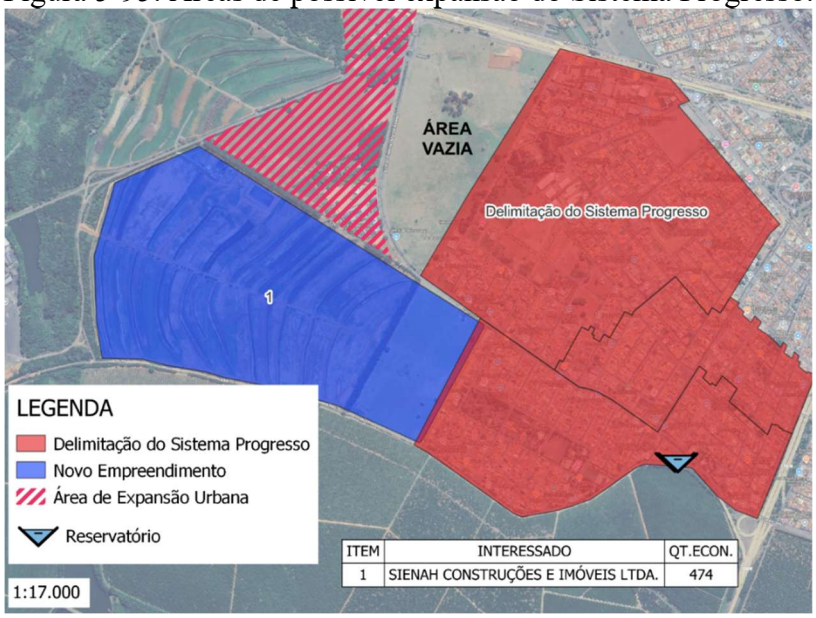
Os reservatórios do sistema Progresso são alimentados pelo próprio poço Progresso, por recalque de água da ETA I e também do reservatório Sanderson.

Neste estudo é proposta a delimitação de três setores distintos de abastecimento, cada um com uma unidade própria de abastecimento.

Contíguo à área de atuação do Sistema Progresso há uma proposta de implantação de novo empreendimento, que contará com 474 novas economias. Além desse novo empreendimento existem ainda uma área vazia e também uma área de Expansão Urbana.

É proposto que essas áreas adjacentes façam parte de um Sistema próprio de abastecimento, independente do sistema Progresso atual. Na Figura 5-95 é apresentada a localização das áreas mencionadas.

Figura 5-95. Áreas de possível expansão do Sistema Progresso.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A seguir são apresentadas as propostas de setorização do Sistema Progresso.

5.8.17.1 **Setor 22 (DMC 26)**

O DMC 26 contido no Setor 22, será abastecido exclusivamente pela câmara inferior do reservatório RPR de câmara dupla existente dentro do limite de abrangência do setor. A Figura 5-96 apresenta o reservatório RPR.

Figura 5-96. Reservatório Progresso – Câmara Dupla.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Atualmente o reservatório possui uma saída composta por tubos de 150 mm de cimento amianto que também é responsável por alimentar o reservatório Rassin Dib. A Figura 5-97 apresenta a área delimitada do DMC 26.

Figura 5-97. Delimitação do Setor 26 – RPR-INF.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

É proposto neste estudo que a atual adutora de 150 mm de diâmetro seja utilizada exclusivamente para alimentar o reservatório Rassin Dib, e para abastecimento do Setor 26, é proposta a implantação de uma nova adutora ligada à câmara inferior do reservatório, a qual deverá ser composta por tubos de DEFF de 250 mm de diâmetro.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.17.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 26

A Tabela 5-61 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 26.

Tabela 5-61. Características hidráulicas do DMC 26

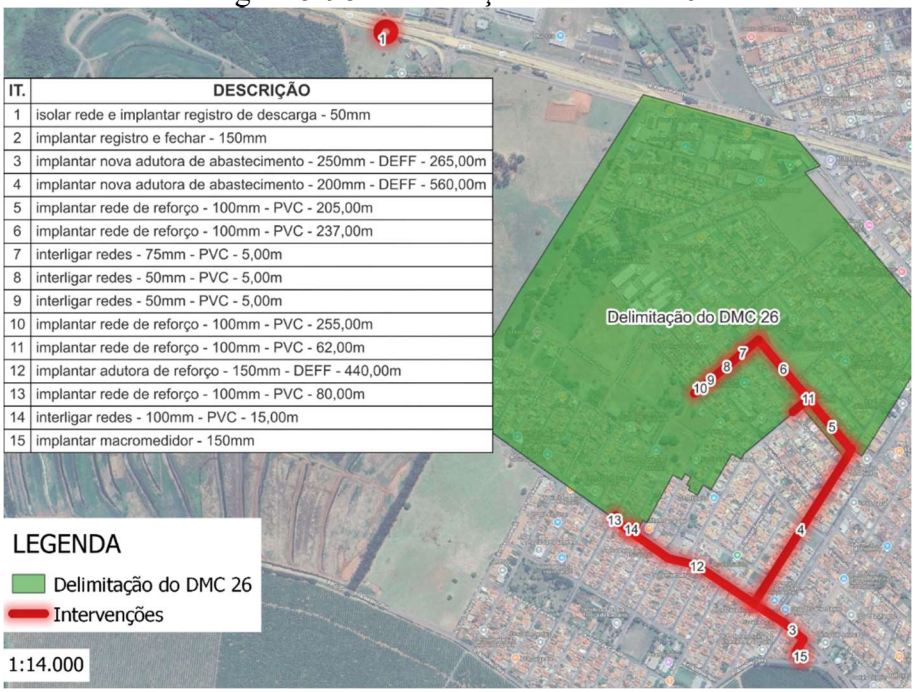
Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.340
Quantidade de economias	1.349
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	728
População atendida total (futuro)	5.649
Extensão de rede	19.534,2 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	50 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	10 mca
Cota geométrica máxima	614,81 m
Cota geométrica mínima	569,17 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	617 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	17,15 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	21,44 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	32,16 L/s

Fonte: Novaes Engenharia.

O volume atual de reservação da câmara inferior será insuficiente para atender o setor. Porém o volume total de reservação de todo o sistema apresenta sobra capaz de suprir o déficit apresentado na tabela acima.

A Figura 5-98 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para o DMC 26.

Figura 5-98. Intervenções do DMC 26.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-62.

Tabela 5-62. Características do macromedidor do DMC 26.

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM26	Eletromagnético	150	0,32	1,82	250

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.17.2 **Setor 22 (DMC 27)**

O DMC 27 contido no Setor 22, será abastecido exclusivamente pela câmara superior do reservatório RPR de câmara dupla existente dentro do limite de abrangência do setor. A Figura 5-99 apresenta o reservatório RPR.

Figura 5-99. Reservatório Progresso – Câmara Dupla.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

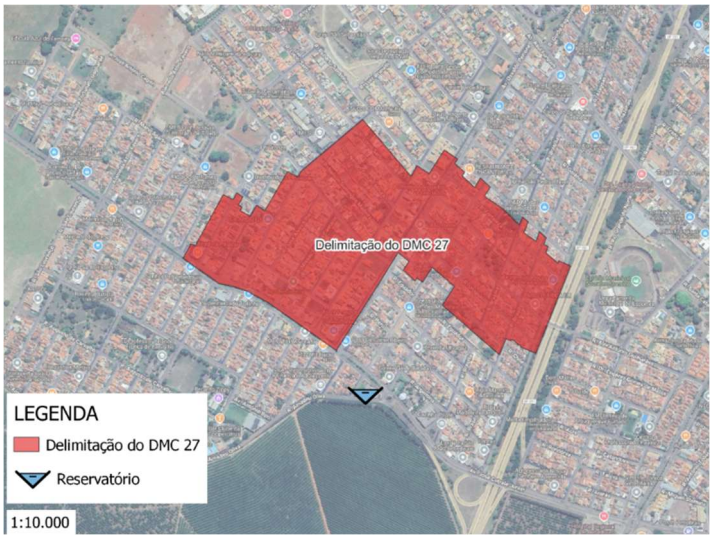
Atualmente o reservatório possui uma saída de abastecimento composta por tubos de PVC de 150 mm de diâmetro que será utilizada para a alimentação do DMC 27.

Há também uma saída composta por tubos de PVC de 100 mm de diâmetro que, segundo dados cadastrais, alimenta especificamente um imóvel que parece pertencer à Associação dos Funcionários da Coopercitrus.

É de suma importância que esse imóvel tenha seu abastecimento hidrometrado.

A Figura 5-100 apresenta a área delimitada do DMC 27.

Figura 5-100. Delimitação do DMC 27.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.17.2.1 Especificidades e Intervenções do DMC 27

A Tabela 5-63 a seguir apresenta as características hidráulicas no DMC 27.

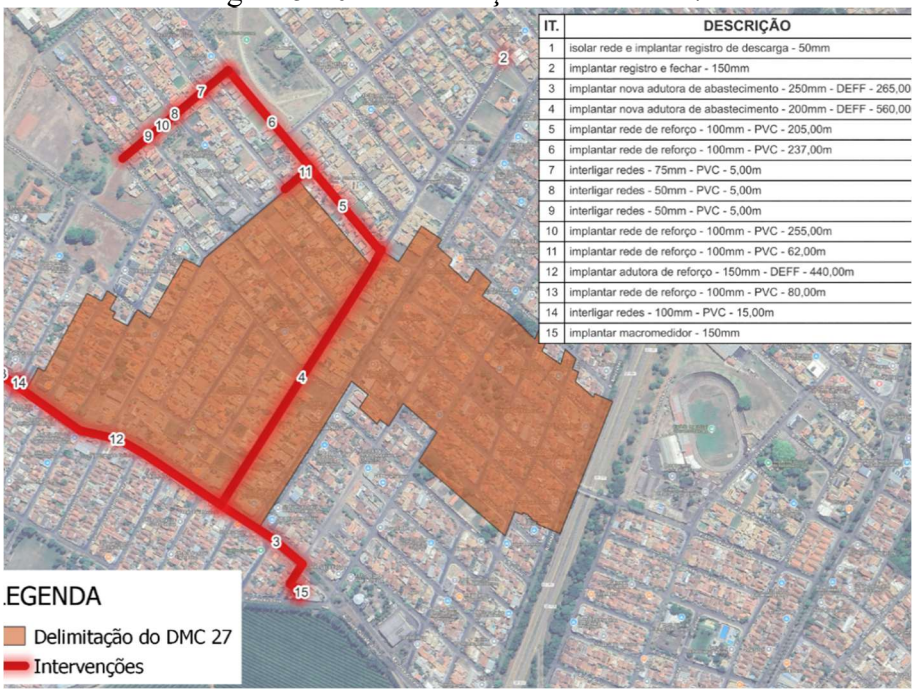
Tabela 5-63. Características hidráulicas do DMC 27

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	750
Quantidade de economias	752
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	72
População atendida total (futuro)	2.241
Extensão de rede	8.394,7 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	32 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	14 mca
Cota geométrica máxima	615,46 m
Cota geométrica mínima	600,52 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	258 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	7,16 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	8,95 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	13,43 L/s

Fonte: Novaes Engenharia.

A Figura 5-101 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para o DMC 27.

Figura 5-101. Intervenções do DMC 27.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-64.

Tabela 5-64. Características do macromedidor do DMC 27.

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM27	Eletromagnético	100	0,42	1,71	150

Fonte: Novaes Engenharia.

5.8.17.3 **Setor 23 (DMC 30)**

O DMC 30 contido no Setor 23, será abastecido exclusivamente pelo reservatório elevado RPRE (Torre) existente dentro do limite de abrangência do setor. A Figura 5-102 apresenta o reservatório RPRE.

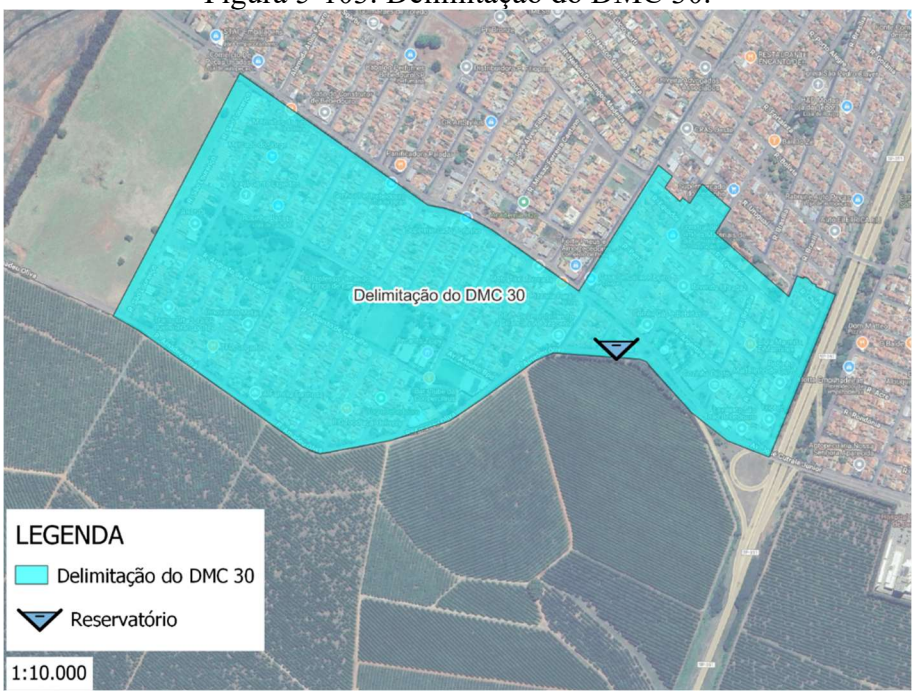
Figura 5-102. Reservatório elevado RPRE.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Atualmente o reservatório possui uma saída de abastecimento composta por tubos de PVC de 150 mm de diâmetro que será utilizada para a alimentação do Setor 30. A Figura 5-103 apresenta a área delimitada do DMC 30.

Figura 5-103. Delimitação do DMC 30.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.17.3.1 Especificidades e Intervenções do DMC 30

A Tabela 5-65 a seguir apresenta as características hidráulicas do DMC 30.

Tabela 5-65. Características hidráulicas do DMC 30

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.526
Quantidade de economias	1.541
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	48
População atendida total (futuro)	4.322
Extensão de rede	13.638,2 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	35 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	9 mca*
Cota geométrica máxima	619,26 m
Cota geométrica mínima	597,73 m
Volume total de reservação existente	500 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	552 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	15,33 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	19,16 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	28,74 L/s

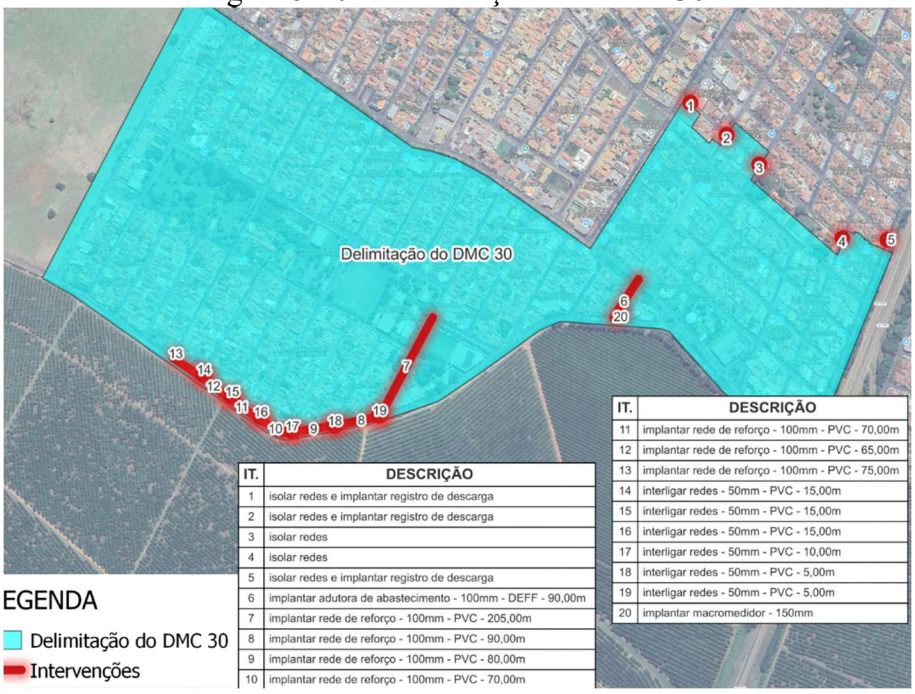
* Pressão registrada em local de cota elevada na hora de maior consumo; pressão na vazão média: 13 mca.

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O volume atual de reservação do reservatório elevado será insuficiente para atender o setor. Porém o volume total de reservação de todo o sistema apresenta sobra capaz de suprir o déficit apresentado na tabela acima.

A Figura 5-104 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para o DMC 30.

Figura 5-104. Intervenções do DMC 30.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-66.

Tabela 5-66. Características do macromedidor do DMC 30.

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM30	Eletromagnético	150	0,40	1,63	150

Fonte: Novaes Engenharia.

5.8.18 Sistema de Abastecimento Centro

O sistema Centro, atualmente é composto por um reservatório semi-enterrado, com apenas uma saída para o abastecimento por parte da região central do município.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento para o reservatório, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise do setor proposto.

5.8.18.1 **Setor 24 (DMC 28)**

O DMC 28 contido no Setor 24, é abastecido pelo reservatório de concreto semi-enterrado, que possui 6 metros de altura e capacidade de 450m³. A alimentação desse reservatório é proveniente do Sistema ETA I. A Figura 5-105 apresenta Reservatório Sazembe - Centro.

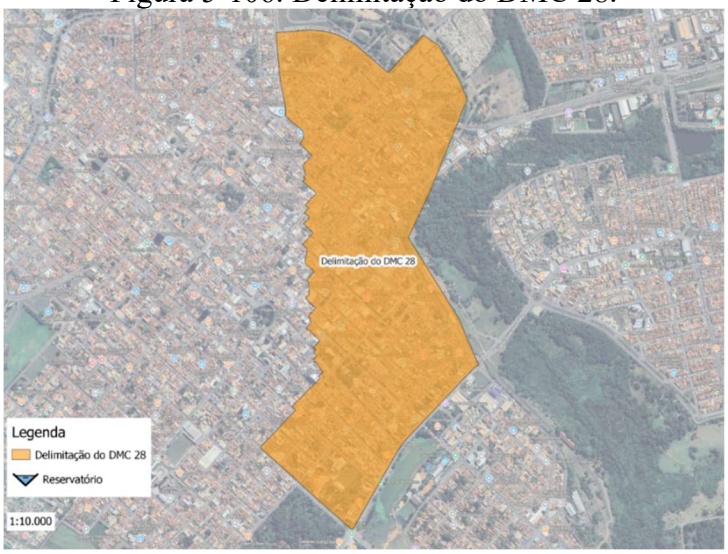
Figura 5-105. Reservatório Sazembe - Centro.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN150mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-106 apresenta a área delimitada do DMC 28.

Figura 5-106. Delimitação do DMC 28.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Foram identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor e registrados 54 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes e os novos empreendimentos sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.18.1.1

5.8.18.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 28

A Tabela 5-67 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 28.

Tabela 5-67. Características hidráulicas do DMC 28

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.785
Quantidade de economias	1.892
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	54
População atendida total (futuro)	5.603
Extensão de rede	21.035,2 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	52 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	10 mca
Cota geométrica máxima	582,47 m
Cota geométrica mínima	526,23 m
Volume total de reservação existente	450 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	728 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	20,21 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	25,27 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	37,91 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Considerando que o volume total de reservação necessário para atender 1/3 do consumo máximo diário futuro é superior a capacidade da reservação existente, propõe-se a implementação de um novo reservatório. Este será semi-enterrado, com altura de 6

metros e capacidade de 290m³, funcionando como vaso comunicante com o reservatório existente (RSZ-Centro).

A Figura 5-108 a seguir mostra a localização do reservatório proposto.

Figura 5-107. Localização do reservatório proposto.

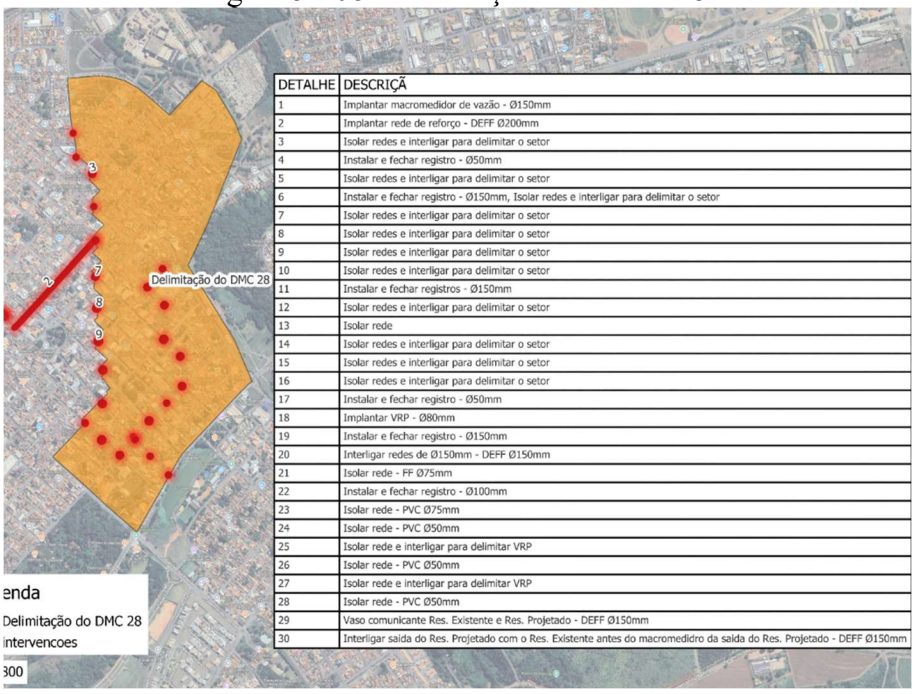


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A alimentação do novo reservatório será realizada por meio da interligação com a mesma adutora que abastece o reservatório atual, através de uma rede de DEFF DN150mm. Quanto a sua saída, o novo reservatório será conectado à rede de saída do reservatório existente, também por meio de uma rede de DEFF DN150mm. Vale ressaltar que a interligação da saída deverá ser efetuada antes do macromedidor de vazão do reservatório existente, sendo tratado ainda nesse item.

A Figura 5-108 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 28.

Figura 5-108. Intervenções do DMC 28.



DETALHE	DESCRIÇÃ
1	Implantar macromedidor de vazão - Ø150mm
2	Implantar rede de reforço - DEFF Ø200mm
3	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
4	Instalar e fechar registro - Ø50mm
5	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
6	Instalar e fechar registro - Ø150mm, Isolar redes e interligar para delimitar o setor
7	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
8	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
9	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
10	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
11	Instalar e fechar registros - Ø150mm
12	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
13	Isolar rede
14	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
15	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
16	Isolar redes e interligar para delimitar o setor
17	Instalar e fechar registro - Ø50mm
18	Implantar VRP - Ø80mm
19	Instalar e fechar registro - Ø150mm
20	Interligar redes de Ø150mm - DEFF Ø150mm
21	Isolar rede - FF Ø75mm
22	Instalar e fechar registro - Ø100mm
23	Isolar rede - PVC Ø75mm
24	Isolar rede - PVC Ø50mm
25	Isolar rede e interligar para delimitar VRP
26	Isolar rede - PVC Ø50mm
27	Isolar rede e interligar para delimitar VRP
28	Isolar rede - PVC Ø50mm
29	Vaso comunicante Res. Existente e Res. Projetado - DEFF Ø150mm
30	Interligar saída do Res. Projetado com o Res. Existente antes do macromedidro da saída do Res. Projetado - DEFF Ø150mm

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

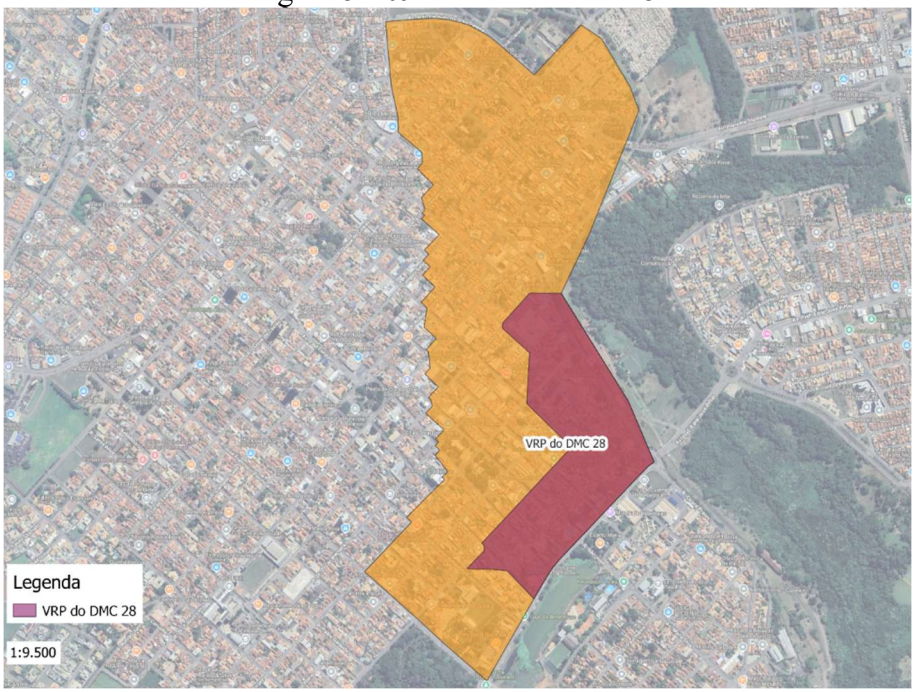
Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-68. Além disso, estão previstos também outros detalhes, como o isolamento de redes, a instalação de válvulas e manobra com seus respectivos fechamentos, além da implementação de um controlador de pressão por meio de uma Válvula Redutora de Pressão (VRP) A delimitação da área de atuação da VRP está ilustrada na Figura 5-109 e suas características são detalhadas na Tabela 5-69.

Tabela 5-68. Características do macromedidor do DMC 28

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM28	Eletromagnético	150	0,49	1,93	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-109. VRP do DMC 28.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-69. Características da VRP do DMC 28

Item	Diâmetro da Rede Existente (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP_DMC28	150	80	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.19 Sistema de Abastecimento Sanderson

O sistema Sanderson, atualmente é composto por um reservatório apoiado, com três saídas, uma duas saindo para abastecimento de outros dois reservatórios e apenas uma saída para o abastecimento por parte da Vila Elizabeth, Jardim Progresso, Jardim Marajá, Jardim Esplanada, Jardim Casa Grande e Vila Cruzeiro.

Inicialmente, o objetivo foi definir uma área de abastecimento para o reservatório, a fim de possibilitar o desenvolvimento da modelagem hidráulica. A seguir, será feita uma análise do setor proposto.

5.8.19.1 **Setor 25 (DMC 29)**

O DMC 29 contido no Setor 25, é abastecido pelo reservatório apoiado, que possui 10 metros de altura e capacidade de 2000m³. A alimentação desse reservatório é

proveniente do Sistema ETA I e pelo sistema produtor Sanderson, composto por dois poços. A Figura 5-110 apresenta Reservatório Sanderson.

Figura 5-110. Reservatório Sanderson.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento é realizado por uma rede primaria de diâmetro DN250mm, que, após a saída do reservatório, distribui a vazão de forma progressiva para redes secundarias de diferentes diâmetros. A Figura 5-111 apresenta a área delimitada do DMC 29.

Figura 5-111. Delimitação do DMC 29.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários dentro dos limites do setor, foram registrados 64 lotes vagos. Com o crescimento populacional estimado até o final do plano, espera-se que esses lotes sejam ocupados, o que resultará em um aumento na demanda de consumo de água na área.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação no item 5.8.19.1.1

5.8.19.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 29

A Tabela 5-70 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 29.

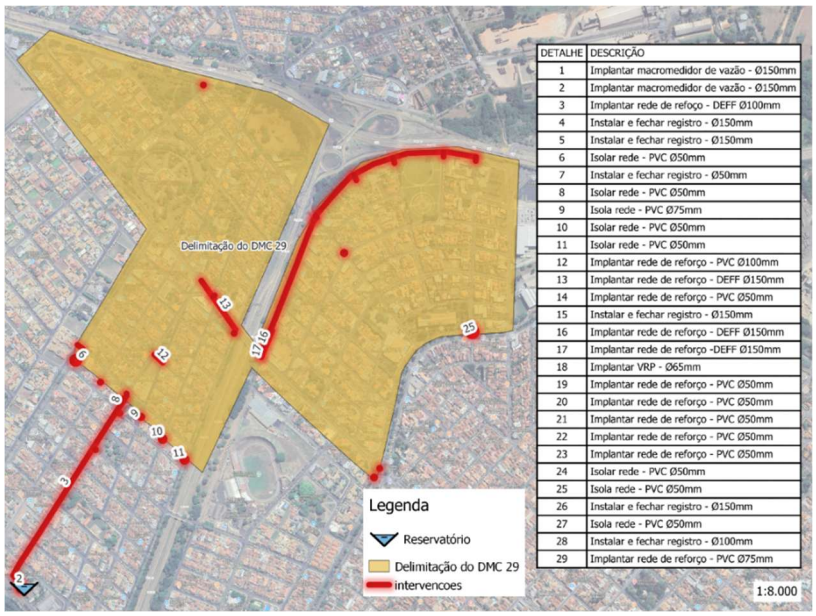
Tabela 5-70. Características hidráulicas do DMC 29

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.314
Quantidade de economias	1.326
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	64
População atendida total (futuro)	3.830
Extensão de rede	21.298,9 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	52 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	42 mca
Cota geométrica máxima	615,53 m
Cota geométrica mínima	554,53 m
Volume total de reservação existente	2.000 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	442 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	12,27 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	15,34 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	23,01 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A Figura 5-112 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para setorização do DMC 29.

Figura 5-112. Intervenções do DMC 29.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

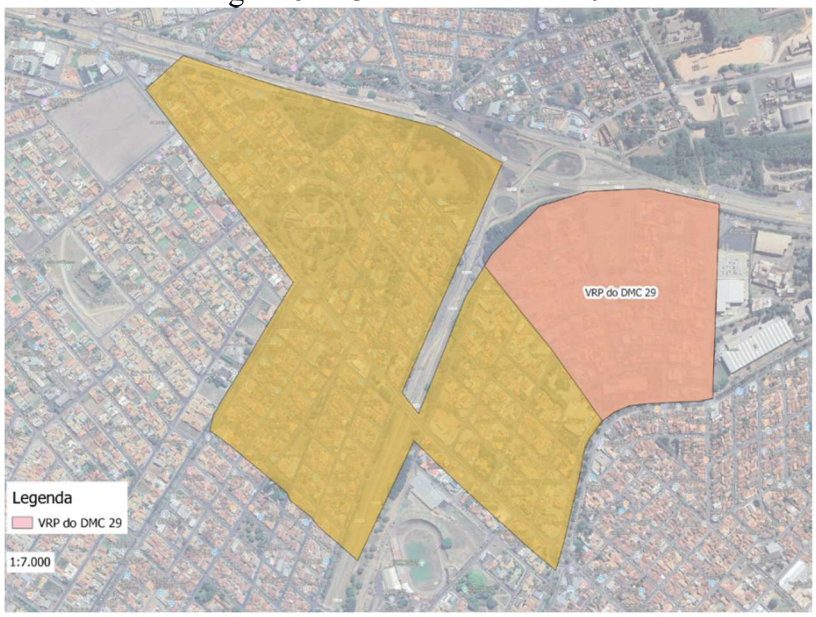
Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-71. Além disso, estão previstos também outros detalhes, como o isolamento de redes, a instalação de válvulas e manobra com seus respectivos fechamentos, redes de reforço, além da implementação de um controlador de pressão por meio de uma Válvula Redutora de Pressão (VRP) A delimitação da área de atuação da VRP está ilustrada na Figura 5-113 e suas características são detalhadas na Tabela 5-72.

Tabela 5-71. Características do macromedidor do DMC 29

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM29	Eletromagnético	150	0,33	1,30	250

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-113. VRP do DMC 29.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 5-72. Características da VRP do DMC 29

Item	Diâmetro da Rede Projetada (mm)	Diâmetro VRP Projetada (mm)	Tipo de Operação
VRP_DMC29	150	65	Fixa

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.20 Sistema de Abastecimento Menino Deus

Durante a modelagem do Sistema de Abastecimento Progresso, foi identificado que o reservatório apoiado existente apresenta limitações na capacidade de atender, de forma eficiente, à localidade situada após a Rodovia SP-322. Além disso, análise do cadastro de redes indica que essa área mantém comunicação com o setor Claudia, devido a inexistência de uma setorização bem definida. Entretanto, o Sistema Cláudia também possui restrições devido à insuficiência de sua capacidade de reservação para suprir a demanda local.

Assim, diante dessas limitações, propõe-se a concepção de um novo setor de abastecimento, com a implantação reservatório apoiado para abastecimento da área delimitada, como apresentado a seguir.

5.8.20.1 **Setor 26 (DMC 34)**

Para estabelecimento do setor 26, denominado “Menino Deus” prevê-se a necessidade implantação de reservatório apoiado, com altura de 10 m e volume 545 m³ para atendimento da demanda da área, com delimitação apresentada na Figura 5-114.

Figura 5-114. Delimitação do Setor 26



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Apresenta-se na Figura 5-115 localização proposta para implantação do reservatório apoiado, responsável pelo abastecimento por gravidade do Setor futuro Menino Deus. Sua alimentação será feita por rede adutora DN200mm, com derivação de adutora DN150mm proveniente do reservatório Sanderson.

Figura 5-115. Localização do Reservatório proposto RAP-01–RMD



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O setor proposto apresenta as especificidades e as intervenções necessárias para sua implantação descritas no item 5.8.20.1.1.

5.8.20.1.1 Especificidades e Intervenções do Setor 26 – DMC 34

A Tabela 5-73 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no Setor 26 – DMC 34

Tabela 5-73. Características hidráulicas do Setor 26 – DMC 34

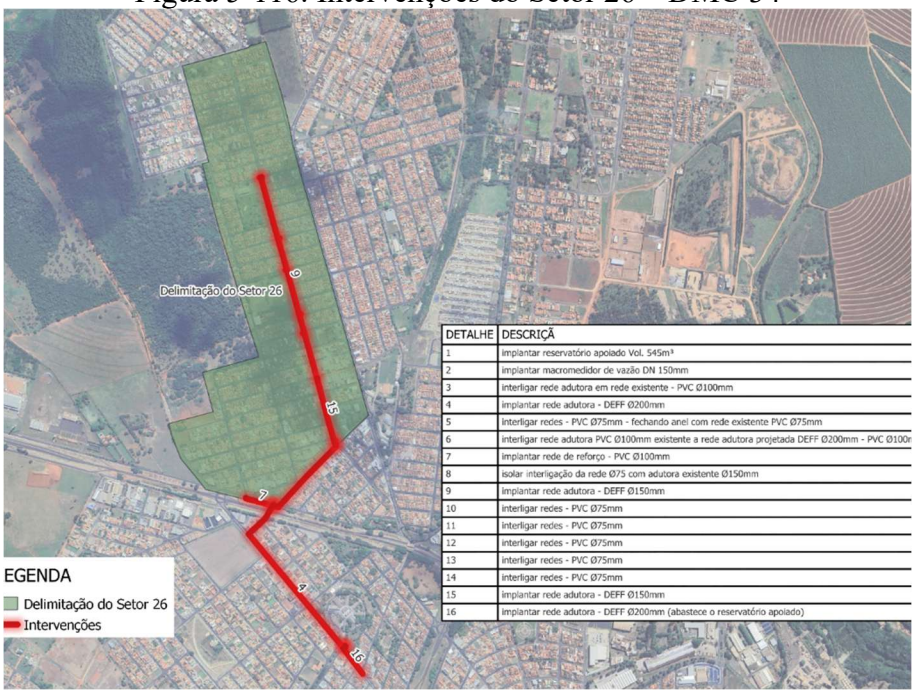
Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	1.633
Quantidade de economias	1.647
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	92
População atendida total (futuro)	4.730
Extensão de rede	27.199 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	44,7 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	10,1 mca
Cota geométrica máxima	580,82 m
Cota geométrica mínima	544,34 m
Volume total de reservação existente	0 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	545 m³

Tabela 5-73. Características hidráulicas do Setor 26 – DMC 34

Parâmetro	Valor
Vazão média de abastecimento (futuro)	15,14 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	18,93 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	28,39 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 5-116. Intervenções do Setor 26 – DMC 34



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Prevê-se além da implantação do reservatório apoiado, com capacidade de 545 m³ e 10 m de altura, execução de redes adutoras DN200 e 150mm, para atendimento, bem como a interligação em redes existentes. Por fim, para contabilização da vazão do setor, é prevista a implantação de macromedidor de vazão na saída do reservatório, com características descritas pela Tabela 5-74.

Tabela 5-74. Características do macromedidor do Setor 26 – DMC 34

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM34	Eletromagnético	150	0,41	1,61	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.21 Sistema de Abastecimento Areias

Presente no Povoado de Areias, bairro rural do município de Bebedouro, o sistema conta atualmente com um reservatório metálico apoiado de 15 m³ de volume, e também com um poço com vazão atual de exploração de 3,8 m³/h (13,68 L/s) que alimenta diretamente o reservatório.

Este estudo contempla toda a área do Povoado de Areias em um único setor de abastecimento alimentado pelo reservatório existente.

A seguir são apresentadas as propostas para adequação do Sistema de Abastecimento Areias.

5.8.21.1 **Setor 27 (DMC 35)**

O DMC 35 contido no Setor 27, é abastecido exclusivamente pelo reservatório apoiado existente com volume de 15 m³. A Figura 5-117 apresenta o reservatório.

Figura 5-117. Reservatório Areias.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do setor continuará a ser realizado pela rede primária existente composta por tubos de PVC de 50 mm de diâmetro.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários nas proximidades do Povoado de Areias, durante este estudo foram identificadas áreas vazias presentes no sistema de abastecimento.

Dessas áreas, pelo comprimento de sua testada atendida por rede de abastecimento, foi calculada a quantidade estimada de novas economias considerando que cada nova unidade consumidora (lote de área) venha a possuir uma largura de 10 metros, resultando em um total de 60 novas economias que foram incluídas nos estudos de dimensionamento do sistema para o futuro.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.21.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 35

A Tabela 5-75 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 35.

Tabela 5-75. Características hidráulicas do DMC 35

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	17
Quantidade de economias	17
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	60
População atendida total (futuro)	209
Extensão de rede	776,5 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	27 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	13 mca
Cota geométrica máxima	568,80m
Cota geométrica mínima	555,70 m
Volume total de reservação existente	15 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	22 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	0,62 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	0,77 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	1,16 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Como pode ser observado na tabela acima, o volume atual de reservação quando da total ocupação do setor será inferior ao necessário.

Porém, observa-se nos levantamentos populacionais, que bairros rurais tendem a sofrer um declínio populacional com o passar do tempo, fazendo não ser necessária a aplicação de recursos na implementação de equipamentos para o aumento do volume de reservação.

Portanto, é proposto que se mantenha o reservatório com o atual volume de reservação, e seja realizado um acompanhamento mensal a fim de identificar se haverá ou não a necessidade de acrescer o volume de reservação existente.

Outra análise realizada sobre o reservatório existente é de que seu nível de operação é baixo, verificando em alguns locais durante a simulação hidráulica, pressões mínimas de abastecimento abaixo de 10 mca mesmo nas vazões médias de abastecimento.

Neste caso é proposta a implantação de um sistema de pressurização de rede (booster) próximo da saída de abastecimento do reservatório, fazendo com que seja elevada a pressão de abastecimento do setor.

Esse sistema de pressurização deverá ser equipado com 2 conjuntos motobomba com vazão de 1,16 L/s e possibilidade de manter uma pressão de saída de 15 mca.

O painel elétrico deverá ser dotado de inversor de frequência que controlará as pressões de saída mantendo-as em 15 mca, fazendo com que varie a rotação dos conjuntos motobomba a fim de manter uma pressão constante de abastecimento.

Por fim, como última intervenção necessária para o setor, deverá ser implantado logo após o sistema de pressurização de rede, um macromedidor de vazão cujas características principais estão descritas na Tabela 5-76.

Tabela 5-76. Características do macromedidor do DMC 35

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM35	Eletromagnético	50	0,03	0,59	50

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Para o macromedidor, é aconselhável que a velocidade mínima do fluxo seja superior a 0,30 m/s, o que resultaria para o DMC 35 um macromedidor de diâmetro inferior a 20 mm.

Seguindo as recomendações das normas vigentes optou-se por um diâmetro mínimo de 50 mm, o que evita também uma elevada perda de carga localizada quando o abastecimento exigir o fluxo máximo.

5.8.22 Sistema de Abastecimento Andes

O Sistema de Abastecimento Andes pertence ao Povoado de Andes, bairro rural do município de Bebedouro, o qual conta atualmente com um reservatório elevado de 150 m³ de volume, e também com um poço com vazão atual de exploração de 11,2 m³/h (40,32 L/s) que alimenta diretamente o reservatório.

Este estudo contempla toda a área do Povoado de Andes em um único setor de abastecimento alimentado pelo reservatório existente.

A seguir são apresentadas as propostas para adequação do Sistema de Abastecimento Andes

5.8.22.1 **Setor 28 (DMC 36)**

O DMC 36 contido no Setor 28, é abastecido exclusivamente pelo reservatório elevado com volume de 150 m³. A Figura 5-118 apresenta o reservatório.

Figura 5-118. Reservatório Andes.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do setor continuará a ser realizado pela rede primária existente composta por tubos de aço de 100 mm de diâmetro.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários nas proximidades do Povoado de Andes, durante este estudo foram identificadas áreas vazias presentes no sistema de abastecimento.

Dessas áreas, pelo comprimento de sua testada atendida por rede de abastecimento, foi calculada a quantidade estimada de novas economias considerando que cada nova unidade consumidora (lote de área) venha a possuir uma largura de 10 metros, resultando em um total de 23 novas economias que foram incluídas nos estudos de dimensionamento do sistema para o futuro.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.22.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 36

A Tabela 5-77 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 36.

Tabela 5-77. Características hidráulicas do DMC 36

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	96
Quantidade de economias	97
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	23
População atendida total (futuro)	326
Extensão de rede	1.655,9 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	22 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	18 mca
Cota geométrica máxima	625,43 m
Cota geométrica mínima	622,58 m
Volume total de reservação existente	150 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	35 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	0,96 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	1,20 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	1,80 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Para o Setor 28, a única intervenção proposta é a implantação de um macromedidor de vazão na saída de abastecimento do reservatório existente, cujas características principais estão descritas na Tabela 5-78.

Tabela 5-78. Características do macromedidor do DMC 36

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM36	Eletromagnético	50	0,20	0,92	100

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Para o macromedidor, é aconselhável que a velocidade mínima do fluxo seja superior a 0,30 m/s, o que resultaria para o DMC 36 um macromedidor de diâmetro inferior a 40 mm.

Seguindo as recomendações das normas vigentes optou-se por um diâmetro mínimo de 50 mm.

5.8.23 Sistema de Abastecimento Botafogo

O Sistema de Abastecimento Botafogo pertence ao Distrito de Botafogo, bairro rural do município de Bebedouro, o qual conta atualmente com um reservatório elevado de 150 m³ de volume, outro reservatório elevado de 80 m³ de volume (campo), um poço com vazão atual de exploração de 13,2 m³/h (47,52 L/s) localizado junto ao reservatório de 150 m³, e outro poço com vazão atual de 9 m³/h (32,40 L/s) localizado junto ao reservatório de 80 m³. Ambos os poços alimentam diretamente os reservatórios próximos.

Este estudo contempla toda a área do Distrito de Botafogo em um único setor de abastecimento.

A seguir são apresentadas as propostas para adequação do Sistema de Abastecimento Botafogo.

5.8.23.1 **Setor 29 (DMC 37)**

É proposto neste estudo que o DMC 37 contido no Setor 29, seja abastecido exclusivamente pelo reservatório elevado de 150 m³ de volume. A Figura 5-119 apresenta o referido reservatório.

Figura 5-119. Reservatório Botafogo.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários nas proximidades do Distrito de Botafogo, durante este estudo foram identificadas áreas vazias presentes no sistema de abastecimento.

Dessas áreas, pelo comprimento de sua testada atendida por rede de abastecimento, foi calculada a quantidade estimada de novas economias considerando que cada nova unidade consumidora (lote de área) venha a possuir uma largura de 10 metros, resultando em um total de 89 novas economias que foram incluídas nos estudos de dimensionamento do sistema para o futuro.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.23.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 37

A Tabela 5-79 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 37.

Tabela 5-79. Características hidráulicas do DMC 37

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	401
Quantidade de economias	404
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	89
População atendida total (futuro)	1.341

Tabela 5-79. Características hidráulicas do DMC 37

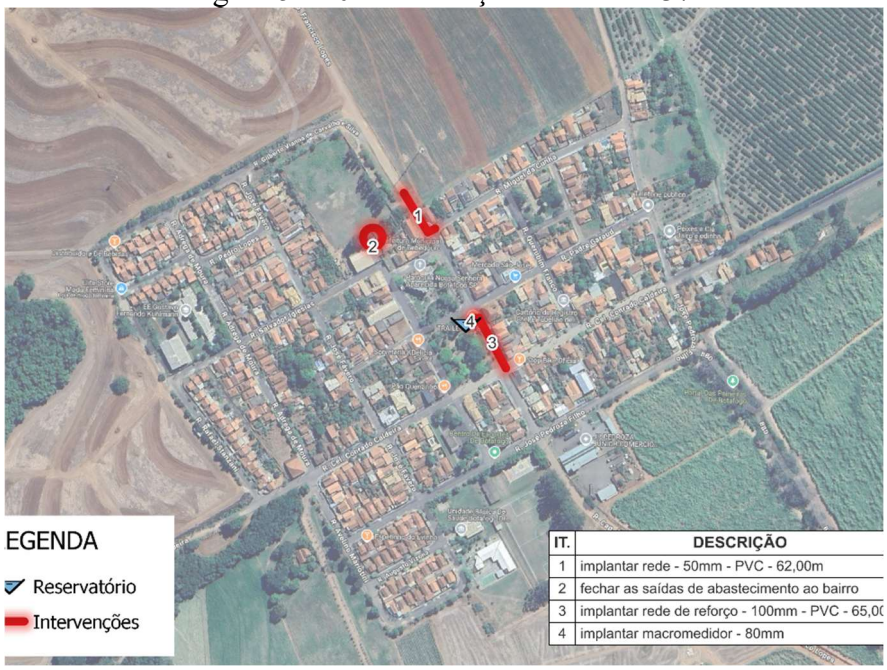
Parâmetro	Valor
Extensão de rede	5.386,2 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	37 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	11 mca
Cota geométrica máxima	599,46 m
Cota geométrica mínima	579,37 m
Volume total de reservação existente	150 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	145 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	4,02 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	5,02 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	7,54 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Como pode ser observado na tabela anterior, tanto o volume de 150 m³ do reservatório existente como também a vazão atual de 13,2 m³/h (47,52 L/s) do poço localizado junto a esse reservatório, são suficientes para atende a todo o bairro para o final de plano.

A Figura 5-120 a seguir mostra a localização das intervenções propostas para o DMC 37, prevendo seu abastecimento por apenas um reservatório.

Figura 5-120. Intervenções do DMC 37.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Entre as ações previstas, destaca-se a implantação de um macromedidor de vazão na saída do reservatório, cujas características estão resumidas na Tabela 5-80.

Tabela 5-80. Características do macromedidor do DMC 37.

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM37	Eletromagnético	80	0,33	1,50	100

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

5.8.24 Sistema de Abastecimento Turvínia

O Sistema de Abastecimento Turvínia pertence ao Distrito de Turvínia, bairro rural do município de Bebedouro, o qual conta atualmente com um reservatório elevado de 150 m³ de volume, um poço com vazão atual de exploração de 4,13 m³/h (14,87 L/s) localizado junto ao reservatório, e outro poço com vazão atual de 7,6 m³/h (27,36 L/s) localizado na Praça Prof. Secundo. Ambos os poços alimentam diretamente o reservatório existente.

Este estudo contempla toda a área do Distrito de Turvínia em um único setor de abastecimento.

A seguir são apresentadas as propostas para adequação do Sistema de Abastecimento Turvínia.

5.8.24.1 **Setor 30 (DMC 38)**

O DMC 38 contido no Setor 30, é abastecido exclusivamente pelo reservatório elevado existente com volume de 15 m³. A Figura 5-121 apresenta o reservatório.

Figura 5-121. Reservatório Turvínia.



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

O abastecimento do setor continuará a ser realizado pela rede primária existente composta por tubos de aço de 100 mm de diâmetro.

Embora não tenham sido identificadas áreas disponíveis para novos empreendimentos imobiliários nas proximidades do Distrito de Turvínia, durante este estudo foram identificadas áreas vazias presentes no sistema de abastecimento.

Dessas áreas, pelo comprimento de sua testada atendida por rede de abastecimento, foi calculada a quantidade estimada de novas economias considerando que cada nova unidade consumidora (lote de área) venha a possuir uma largura de 10

metros, resultando em um total de 87 novas economias que foram incluídas nos estudos de dimensionamento do sistema para o futuro.

A seguir são apresentadas as especificidades e as intervenções necessárias para o setor.

5.8.24.1.1 Especificidades e Intervenções do DMC 38

A Tabela 5-81 a seguir apresenta as características hidráulicas presentes no DMC 38.

Tabela 5-81. Características hidráulicas do DMC 38

Parâmetro	Valor
Quantidade de ligações	166
Quantidade de economias	166
Quantidade de lotes vagos e/ou novas economias	87
População atendida total (futuro)	688
Extensão de rede	2.929,0 m
Pressão máxima de abastecimento prevista para o setor	27 mca
Pressão mínima de abastecimento prevista para o setor	17 mca
Cota geométrica máxima	527,26 m
Cota geométrica mínima	518,13 m
Volume total de reservação existente	150 m³
Volume total de reservação necessário para 1/3 do consumo máximo diário (futuro)	75 m³
Vazão média de abastecimento (futuro)	4,02 L/s
Vazão do dia de maior consumo de abastecimento (futuro)	5,02 L/s
Vazão máxima horária de abastecimento (futuro)	7,54 L/s

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Para o DMC 38, a única intervenção proposta é a implantação de um macromedidor de vazão na saída de abastecimento do reservatório existente, cujas características principais estão descritas na Tabela 5-82.

Tabela 5-82. Características do macromedidor do Setor 30 – Turvínia

Item	Tipo Macromedidor	Diâmetro Nominal Macromedidor (mm)	Velocidades (m/s)		Diâmetro da rede (mm)
			Mín. Atual	Máx. Futura	
MM38	Eletromagnético	50	0,35	1,99	100

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6. MACROMEDIÇÃO DO SISTEM DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

6.1 INTRODUÇÃO

O Sistema de Macromedição tem a função de realizar o gerenciamento do sistema de abastecimento através de controle e monitoramento das unidades operacionais.

Os sistemas de medição se constituem num instrumento indispensável à operação de sistemas públicos de distribuição de água.

Quanto às suas aplicações os sistemas de medição se constituem em ferramental para o aumento da eficiência da operação, permitindo conhecer o funcionamento do sistema e subsidiando o controle de parâmetros, tais como: vazão, pressão, volume, etc.

De forma genérica os sistemas de medição englobam os sistemas de macromedição e de micromedição.

Entende-se por micromedição a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independentemente de sua categoria ou faixa de consumo.

Macromedição é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água.

Como exemplo cita-se: medições de água bruta captada ou medições na entrada de setores de distribuição, ou ainda medições de água tratada entregue por atacado a outros sistemas públicos. Esses medidores são normalmente de maior porte.

Deve-se, no entanto, ter em mente que a avaliação de todo um sistema de abastecimento requer um sistema de medição envolvendo macro e micromedição.

Em programas de conservação de água a abordagem integral do sistema de abastecimento, incluindo macro e micromedição, é indispensável.

Como exemplo básico, tem-se que as perdas no sistema público de abastecimento são calculadas pela diferença dos volumes disponibilizados (medidos pelos sistemas de macromedição).

O texto abaixo procura abordar as questões básicas, os conceitos principais que orientam os sistemas de macromedição, levando em consideração os objetivos de cada sistema, subsistema ou mesmo medição isolada e as condições e circunstâncias que delimitam o grau de confiabilidade, os procedimentos a serem adotados, etc.

6.2 OBJETIVO

A macromedição tem por objetivo oferecer o ferramental necessário à avaliação dos volumes de água aprovada pelos sistemas públicos de abastecimento.

De uma maneira mais geral, no entanto, a macromedição tem outros campos de aplicação. As necessidades de cada caso orientam o papel preponderante da macromedição. Entre essas aplicações, citam-se:

- Controle de produção: neste caso a macromedição permite medir os volumes e vazões aportados durante determinado período de interesse. Tais elementos são essenciais para um acompanhamento da evolução dos diversos subsistemas (adução de água bruta, tratamento, reservação, adução de água tratada e distribuição), dando margem ao estabelecimento de séries históricas de desempenho do sistema;

- Operação do sistema: neste caso a macromedição permite medir parâmetros técnicos importantes. De posse desses valores é possível intervir de forma a controlá-los visando adequar a operação a níveis de eficiência desejáveis;

- Planejamento: a expansão do sistema, as readequações de setores de distribuição e os remanejamentos, são ações inseridas em planejamento e que requerem projetos detalhados. Neste caso, a macromedição oferece subsídios importantes, na medida em que os parâmetros medidos permitem estabelecer margens de disponibilidades existentes, demandas não atendidas, limites de exploração do sistema, dentre outros aspectos;

- Fornecimento de água por atacado: uma particular aplicação da macromedição é a medição de água tratada fornecida por atacado. É o caso, por exemplo, das regiões metropolitanas, onde ocorre com frequência o fornecimento de água de sistemas produtores centralizados para diversos municípios da região que possuem serviços autônomos, mas que não contam com produção própria de água potável;

- Controle de gastos com energia: deve-se ter em conta que grande parte da adução, da distribuição e do próprio tratamento, depende de equipamentos e instalações elétricas. Portanto, o perfil de abastecimento se reflete diretamente nas despesas com energia elétrica. Para se evitar o consumo nos períodos mais caros em termos da tarifa elétrica, é possível deslocar o consumo utilizando-se da capacidade de reservação e mesmo a postergação de picos de grandes consumidores; e

- A dosagem de produtos químicos: outra aplicação particular que requer a utilização da macromedição ocorre quando se deseja adicionar produtos químicos, cloro ou flúor, por exemplo.

Nestes casos normalmente são requeridas medições precisas visando obter graus de concentração pré-estabelecidos.

6.3 CONTROLE DE PERDAS

O trabalho do pessoal que efetua a macromedição é responsável por definir o volume disponibilizado a uma determinada área objeto de controle e medição. Esse valor, por diferença com o volume micromedido, por exemplo, conduz ao valor das perdas a serem controladas.

Para que haja a efetiva mensuração das perdas é necessário que não só os volumes macromedidos sejam consistentes, mas também os volumes micromedidos sejam compatibilizados. Aparentemente tarefa simples, mas de difícil efetivação dada às características de carga de trabalho e enfoque das áreas comercial e operacional. O principal impedimento é a baixa aceitação de controles como o índice de perdas, principalmente quando estes índices são elevados.

Quanto às perdas físicas, internacionalmente a sua mensuração é feita com base nos valores apurados em macromedições de distritos pitométricos ou áreas controladas. São usualmente feitas por equipes de pitometria a partir da utilização de medidores portáteis de inserção (pitot´s, micromolinetes) ou não invasivos (ultrassônicos). Nestes casos toda preparação dos distritos ou áreas dependem do cadastro, engenharia e operação para fechamento hidráulico da área.

6.4 TIPOS DE MODELOS DE MEDIDORES DE VAZÃO PERMANENTE

Os macromedidores, conforme orientação dos fabricantes possui faixas ideais para trabalhar mantendo a precisão na leitura da vazão, conforme a seguinte descrição:

Medidor eletromagnético: Faixa de velocidades: => de 0,3 a 10,0 m/s

Medidor ultrassônico: Faixa de velocidades: => de 0,1 a 6,0 m/s

Medidor ultrassônico flangeado:

Faixas de vazões:

Ø 50=> 0,006 a 40m3/h

Ø 75=> 0,125 a 63m3/h

Ø100=> 0,2 a 100m3/h

Ø150=> 0,5 a 250m3/h

Ø200=> 0,8 a 400m3/h

Medidor woltmann:

Faixas de vazões:

Ø 50=> 0,3 a 15m3/h

Ø 75=> 0,5 a 40m3/h

Ø100=> 0,6 a 60m3/h

Ø150=> 1,6 a 150m3/h

Ø200=> 7,5 a 250m3/h

Ø250=> 10,0 a 400m3/h

6.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE MACROMEDIDORES

A Tabela 6-1, apresenta vantagens e desvantagens para cada tipo de medidor analisado.

Tabela 6-1. Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de macromedidores

Tipo de medidor	Vantagens	Desvantagens
HIDRÔMETRO Woltmann	- Com saída pulsante permite a transmissão à distância; - Vem calibrado de fábrica.	- Não indicado para água bruta; - Necessário o corte da tubulação para instalação; - Apresenta desgaste de seus componentes girantes com o tempo.
ELETRO-MAGNÉTICO Tipo carretel	- Permite a transmissão à distância; - Perda de carga desprezível; - Vem calibrado de fábrica; - Aplicado em água bruta e tratada; - Baixo índice de manutenção.	- Necessário o corte da canalização para instalação.
ELETRO- MAGNÉTICO Tipo inserção Hot-Tap	- Permite a transmissão à distância; - Perda de carga desprezível; - Vem calibrado de fábrica; -Aplicado em água bruta e tratada.	-Necessário o corte da canalização para instalação no modelo não Hot-Tap; - Índice alto de manutenção.
ULTRASSÔNICO	- Permite a instalação e manutenção sem a interrupção da operação; - Permite a transmissão à distância.	- Alto custo.

Tipo de medidor	Vantagens	Desvantagens
ULTRASSÔNICO FLANGEADO	- Permite a transmissão à distância; - Perda de carga desprezível; - Vem calibrado de fábrica; - Aplicado em água bruta e tratada; - Baixo índice de manutenção.	- Necessário o corte da canalização para instalação.

6.6 MACROMEDIDORES PROJETADOS PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BEBEDOURO/SP

Após a finalização da setorização proposta para o município de Bebedouro, foram projetados 36 macromedidores de vazão, localizados em pontos estratégicos para que seja possível realizar um monitoramento preciso do índice de perdas setorial.

A Tabela 6-2 apresenta um resumo dos macromedidores a serem implantados em cada setor de abastecimento, com seus respectivos diâmetros.

Tabela 6-2. Tabela resumo dos macromedidores a serem implantados

ITEM	SISTEMA	SETOR	DMC	DIÂMETROS (mm)								TOTAL
				40	50	65	75	100	150	200	250	
1	Sistema Tropical	Setor 01	DMC01						1			2
			DMC02		1							
2	Sistema Portal do Lago II	Setor 02	DMC03			1						1
3	Sistema ETA II	Setor 03	DMC04						1			3
		Setor 04	DMC19						1			
		Setor 05	DMC31					1				
4	Sistema Europa	Setor 06	DMC05					1				1
5	Sistema Residencial Antonia Santaella	Setor 07	DMC06					1				2
		Setor 08	DMC10		1							
6	Sistema ETA I	Setor 09	DMC07							1		3
			DMC33						1			
		Setor 10	DMC32								1	
7	Sistema Jordana	Setor 10	DMC08					1				2
			DMC11					1				
8	Sistema Centenário	Setor 12	DMC09						1			1
9	Sistema Boa Vista	Setor 13	DMC12						1			1
10	Sistema Jardim Itália	Setor 14	DMC14				1					1
11	Sistema Sete Jardins	Setor 15	DMC15						1			2
			DMC17					1				

Tabela 6-2. Tabela resumo dos macromedidores a serem implantados

ITEM	SISTEMA	SETOR	DMC	DIÂMETROS (mm)								TOTAL
				40	50	65	75	100	150	200	250	
12	Sistema Souza Lima	Setor 16	DMC18					1				1
13	Sistema Rassin Dibe	Setor 17	DMC20						1			1
14	Sistema Primavera	Setor 18	DMC21					1				1
15	Sistema Pedro Paschoal	Setor 19	DMC22						1			2
		Setor 20	DMC23						1			
16	Sistema Claudia	Setor 21	DMC24					1				2
			DMC25					1				
17	Sistema Progresso	Setor 22	DMC26						1			3
			DMC27					1				
		Setor 23	DMC30						1			
18	Sistema Centro	Setor 24	DMC28						1			1
19	Sistema Sanderson	Setor 25	DMC29						1			1
20	Sistema Menino Deus	Setor 26	DMC34						1			1
21	Sistema Areias	Setor 27	DMC35	1								1
22	Sistema Andes	Setor 28	DMC26		1							1
23	Sistema Botafogo	Setor 29	DMC37				1					1
24	Sistema Turvínia	Setor 30	DMC38		1							1
TOTAIS				1	4	1	2	11	15	1	1	36

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A seguir, serão abordados de forma individual cada sistema de abastecimento, com seus respectivos setores e distritos de medição e controle (DMC), bem como seus respectivos macromedidores a serem instalados, contendo as faixas de velocidades mínimas e máximas utilizadas para dimensionamento, além do croqui de localização. Vale salientar que, no Produto 05, é apresentado o projeto de setorização, onde estão contemplados os projetos executivos para instalação dos mesmos, bem como listas de peças e planilhas orçamentárias.

6.6.1 Sistema Tropical – Setor 01

DMC 01

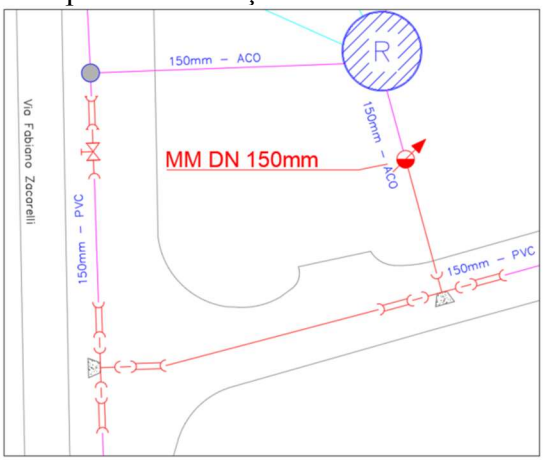
O Sistema Tropical é denominado como Setor 01 e é composto por dois distritos de medição e controle, DMC 01 e DMC 02. A Tabela 6-3 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 01 e a Figura 6-1 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-3. Relação de macromedidor do DMC 01

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM01-01	Eletromagnético	DMC01	150	0,33	1,28	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-1. Croqui de localização do macromedidor do DMC 01



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

DMC 02

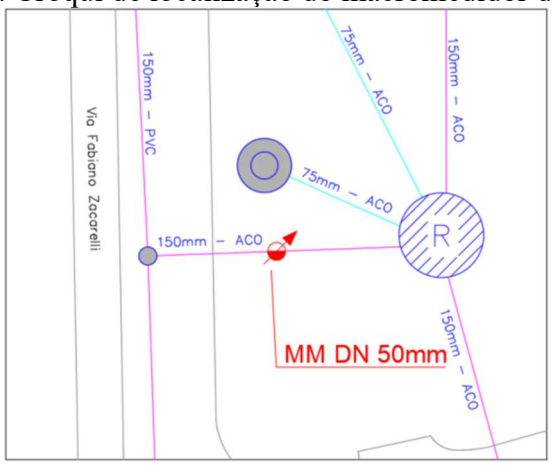
A Tabela 6-4 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 02 e a Figura 6-2 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-4. Relação de macromedidor do DMC 02

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM02-01	Eletromagnético	DMC02	50	0,23	1,61	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-2. Croqui de localização do macromedidor do DMC 02



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.2 Sistema Portal do Lago II – Setor 02

DMC 03

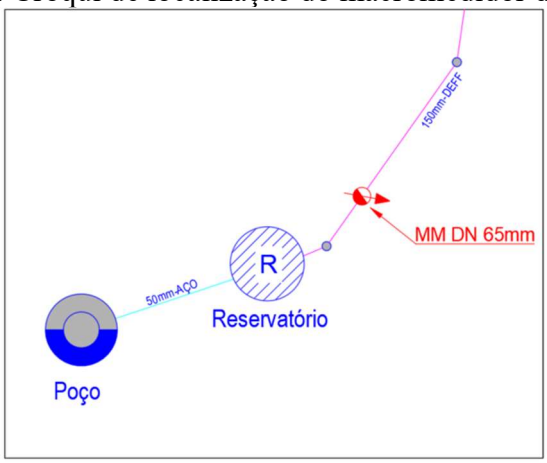
O Sistema Portal do Lago II é denominado como Setor 02 e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 03. A Tabela 6-5 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 03 e a Figura 6-3 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-5. Relação do macromedidor do DMC 03

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM03-03	Eletromagnético	DMC03	65	0,34	1,28	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-3. Croqui de localização do macromedidor do DMC 03



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.3 Sistema ETA II – Setores 03, 04 e 05

O Sistema ETA II é divido em 3 setores de abastecimento, denominados como Setor 03, Setor 04 e Setor 05.

Setor 03 – DMC 04

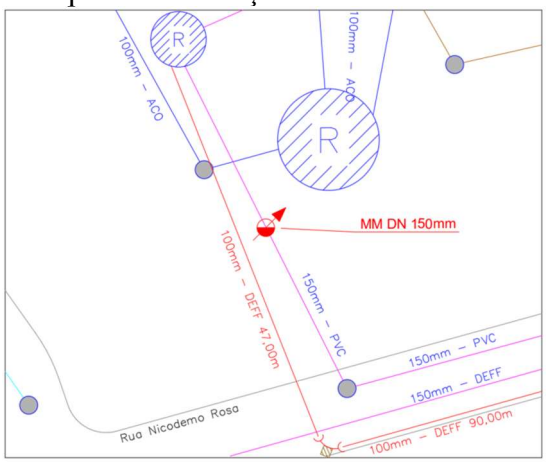
O Setor 03 é composto por um distrito de medição e controle, denominado como DMC 04. A Tabela 6-6 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 04 e a Figura 6-4 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-6. Relação do macromedidor do DMC 04

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM03-03	Eletromagnético	DMC03	150	0,29	1,15	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-4. Croqui de localização do macromedidor do DMC 04



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Setor 04 – DMC 19

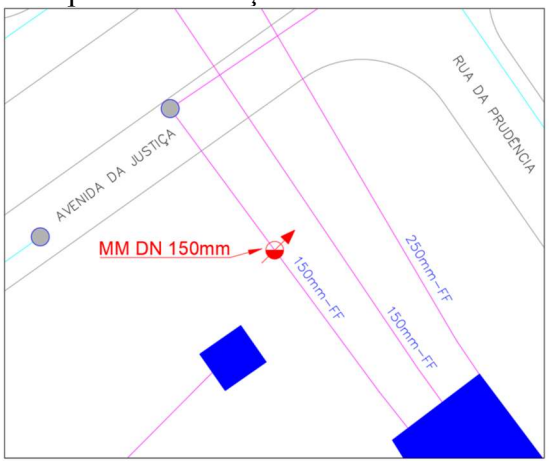
O Setor 04 é composto por um distrito de medição e controle, denominado como DMC 19. A Tabela 6-7 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 04 e a Figura 6-5 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-7. Relação de macromedidor do DMC 19

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM19-04	Eletromagnético	DMC19	150	0,34	1,31	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-5. Croqui de localização do macromedidor do DMC 19



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Setor 05 – DMC 31

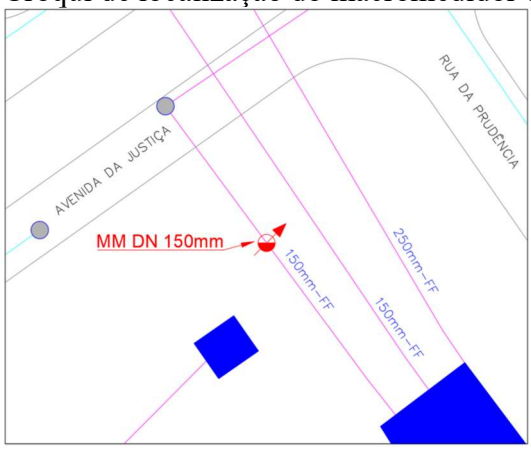
O Setor 05 é composto por um distrito de medição e controle, denominado como DMC 31. A Tabela 6-8 Tabela 6-5apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 04 e a Figura 6-6 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-8. Relação de macromedidor do DMC 31

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM31-05	Eletromagnético	DMC31	100	0,59	2,25	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-6. Croqui de localização do macromedidor do DMC 31



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.4 Sistema Europa – Setor 06

DMC 05

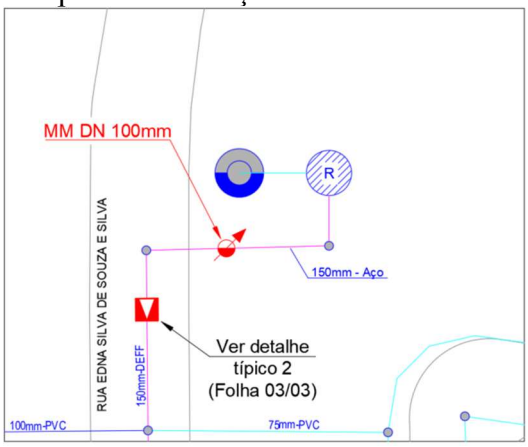
O Sistema Europa é denominado como Setor 06, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 05. A Tabela 6-9 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 05 e a Figura 6-7 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-9. Relação de macromedidores dos DMC 05

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM01-01	Eletromagnético	DMC01	150	0,33	1,28	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-7. Croqui de localização do macromedidor do DMC 05



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.5 Sistema Residencial Antônia Santaella – Setores 07 e 08

O Sistema Residencial Antônia Santaella é divido em 2 setores de abastecimento, denominados como Setor 07 e setor 08

Setor 07 – DMC 06

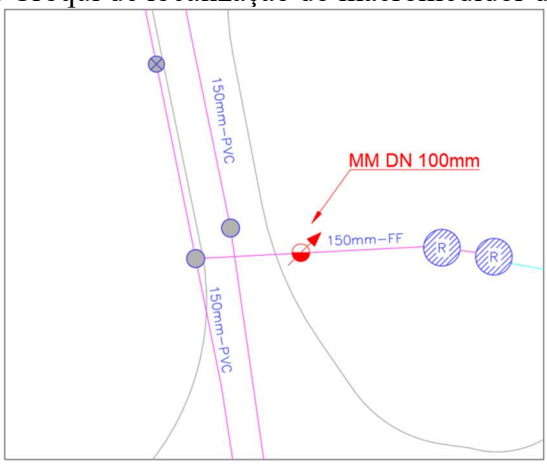
O Setor 07 é composto por um distrito de medição e controle, denominado como DMC 06. A Tabela 6-10 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 06 e a Figura 6-8 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-10. Relação do macromedidor do DMC 06

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM06-07	Eletromagnético	DMC06	100	0,31	1,19	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-8. Croqui de localização do macromedidor do DMC 06



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Setor 08 – DMC 10

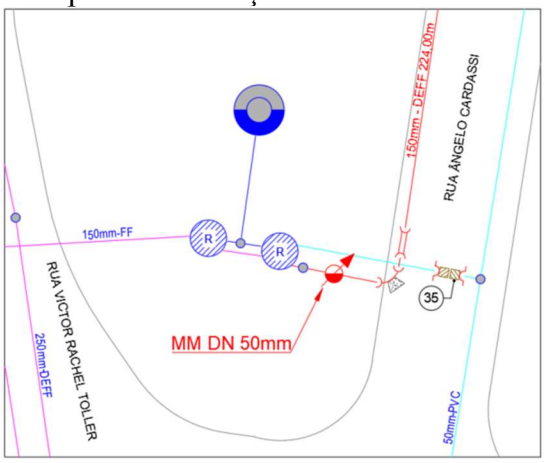
O Setor 08 é composto por um distrito de medição e controle, denominado como DMC 10. A Tabela 6-11 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 10 e a Figura 6-9 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-11. Relação de macromedidor do DMC 10

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM10-08	Eletromagnético	DMC10	50	0,74	2,82	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-9. Croqui de localização do macromedidor do DMC 10



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.6 Sistema ETA I – Setores 09 e 10

O Sistema ETA I é divido em 2 setores de abastecimento, denominados como Setor 09 e Setor 10.

Setor 09 – DMC 07 e DMC 33

O Setor 09 é composto por dois distritos de medição e controle, denominados como DMC 07 e DMC 33. A Tabela 6-12 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 07, enquanto a Tabela 6-13 apresenta as informações do DMC 33. A Figura 6-10 apresenta o croqui de localização do macromedidor do DMC 07 e a Figura 6-11 apresenta o croqui de localização do DMC 33.

Tabela 6-12. Relação do macromedidor do DMC 07

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM07-09	Eletromagnético	DMC07	100	0,59	2,25	200

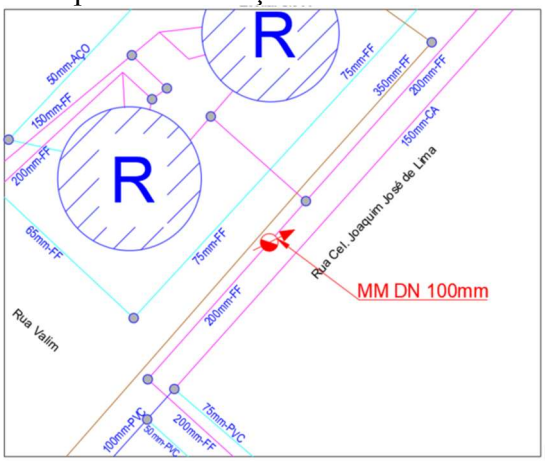
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 6-13. Relação do macromedidor do DMC 33

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM33-09	Eletromagnético	DMC33	150	0,37	1,55	200

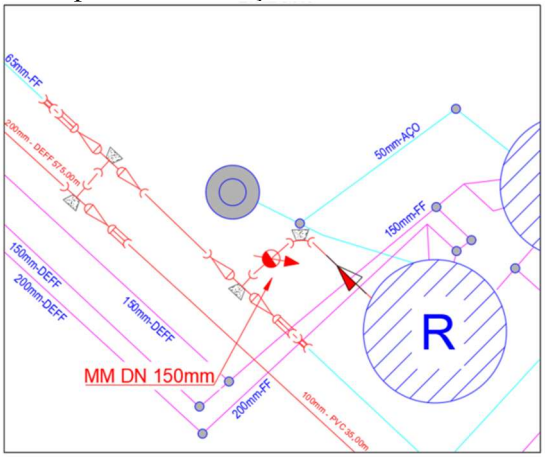
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-10. Croqui de localização do macromedidor do DMC 07



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-11. Croqui de localização do macromedidor do DMC 33



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Setor 10 – DMC 32

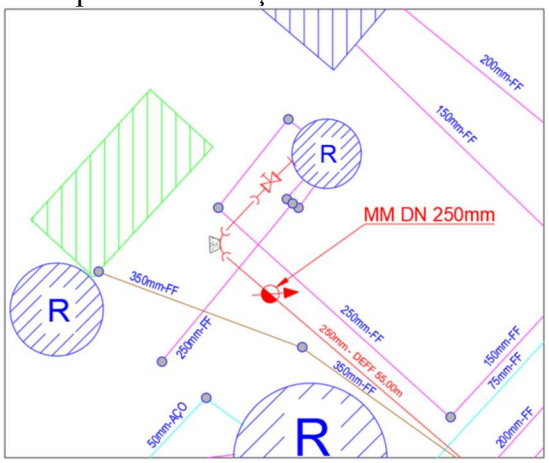
O Setor 10 é composto por um distrito de medição e controle, denominado como DMC 32. A Tabela 6-14 Tabela 6-5apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 32 e a Figura 6-12 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-14. Relação de macromedidor do DMC 32

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM32-10	Eletromagnético	DMC32	250	0,31	1,19	250

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-12. Croqui de localização do macromedidor do DMC 32



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.7 Sistema Jordana – Setor 11

DMC 08 e DMC 11

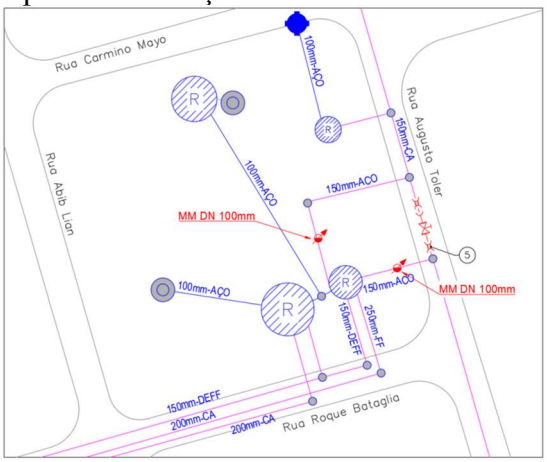
O Sistema Jordana é denominado como Setor 11, e é composto por dois distritos de medição e controle, DMC 08 e DMC 11. A Tabela 6-15 apresenta as informações pertinentes aos macromedidores a serem instalados nos DMC's supracitados. A Figura 6-13 apresenta o croqui de localização dos mesmos.

Tabela 6-15. Relação de macromedidores dos DMC 08 e 11

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM08-11	Eletromagnético	DMC08	100	0,43	1,89	150
MM11-11	Eletromagnético	DMC11	100	0,31	1,69	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-13. Croqui de localização dos macromedidores do DMC 08 e 11



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.8 Sistema Centenário – Setor 12

DMC 09

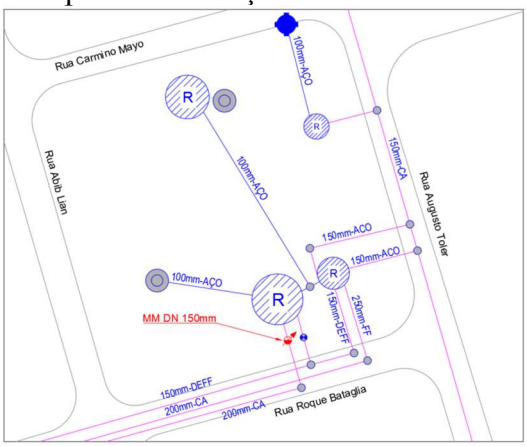
O Sistema Centenário é denominado como Setor 12, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 09. A Tabela 6-16 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 09 e a Figura 6-14 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-16. Relação de macromedidor do DMC 09

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM09-12	Eletromagnético	DMC09	150	0,41	1,64	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-14. Croqui de localização do macromedidor do DMC 09



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.9 Sistema Boa Vista – Setor 13

DMC 12

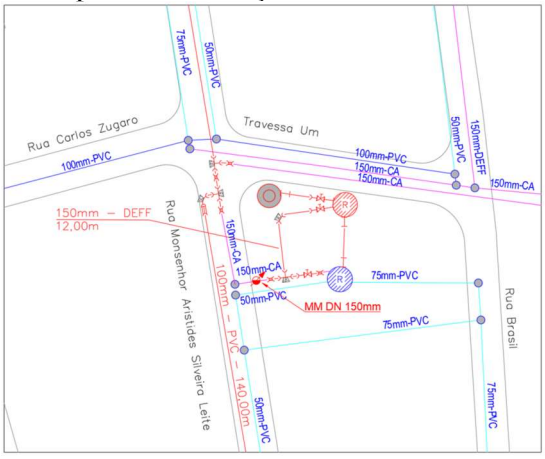
O Sistema Boa Vista é denominado como Setor 13, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 12. A Tabela 6-17 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 12 e a Figura 6-15 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-17. Relação de macromedidor do DMC 12

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM09-12	Eletromagnético	DMC09	150	0,41	1,64	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-15. Croqui de localização do macromedidor do DMC 12



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.10 Sistema Jardim Itália – Setor 14

DMC 14

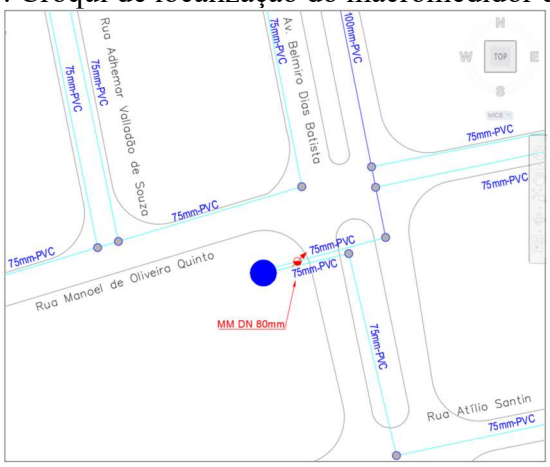
O Sistema Jardim Itália é denominado como Setor 14, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 14. A Tabela 6-18 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 14 e a Figura 6-16 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-18. Relação de macromedidor do DMC 14

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM14-14	Eletromagnético	DMC14	80	0,39	1,52	75

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-16. Croqui de localização do macromedidor do DMC 14



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.11 Sistema Sete Jardins – Setor 15

DMC 15

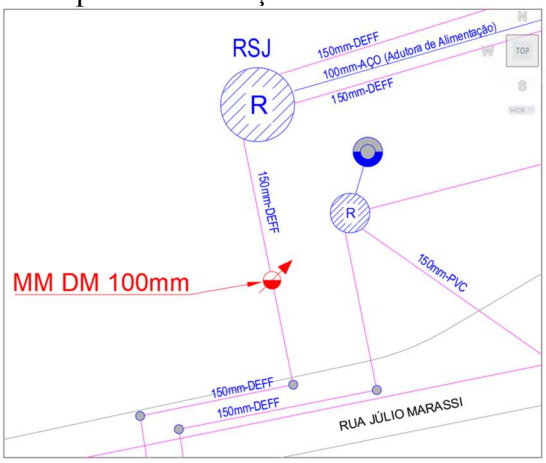
O Sistema Sete Jardins é denominado como Setor 15, e é composto por dois distritos de medição e controle, DMC 15 e DMC 17. A Tabela 6-19 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 15 e a Figura 6-17 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-19. Relação de macromedidore do DMC 15

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM15-14	Eletromagnético	DMC15	100	0,38	1,54	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-17. Croqui de localização do macromedidor do DMC 15



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

DMC 17

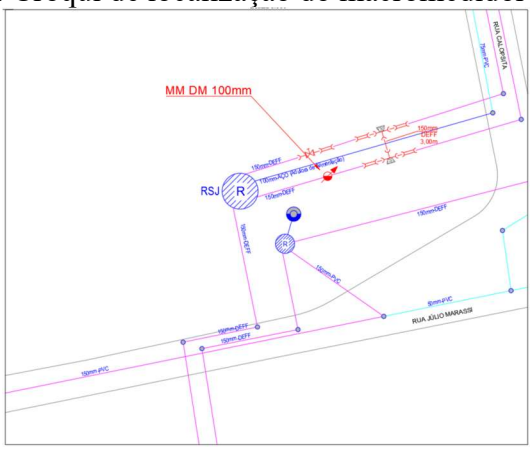
A Tabela 6-20 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 02 e a Figura 6-18 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-20. Relação de macromedidores dos DMC 17

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM17-14	Eletromagnético	DMC17	100	0,17	1,52	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-18. Croqui de localização do macromedidor do DMC 17



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.12 Sistema Souza Lima – Setor 16

DMC 18

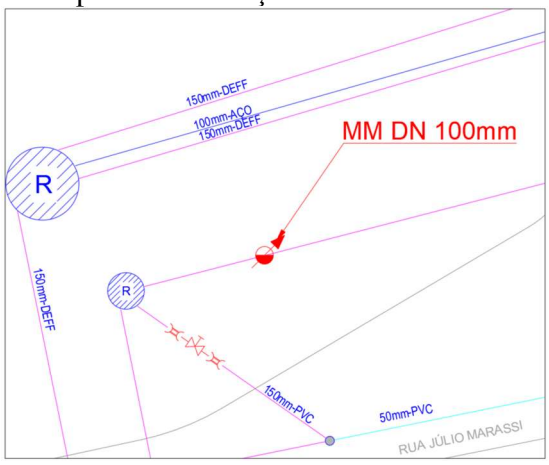
O Sistema Souza Lima é denominado como Setor 16, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 18. A Tabela 6-21 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 18 e a Figura 6-19 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-21. Relação de macromedidor do DMC 18

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM18-16	Eletromagnético	DMC18	100	0,17	1,28	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-19. Croqui de localização do macromedidor do DMC 18



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.13 Sistema Rassin Dibe – Setor 17

DMC 20

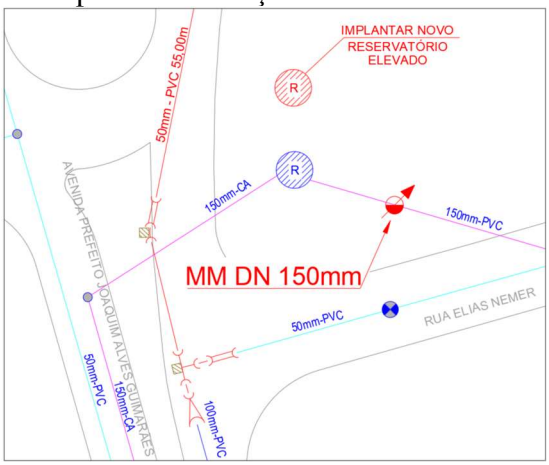
O Sistema Rassin Dibe é denominado como Setor 17, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 20. A Tabela 6-22 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 20 e a Figura 6-20 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-22. Relação de macromedidor do DMC 20

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM20-17	Eletromagnético	DMC20	150	0,31	1,27	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-20. Croqui de localização do macromedidor do DMC 20



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.14 Sistema Primavera – Setor 18

DMC 21

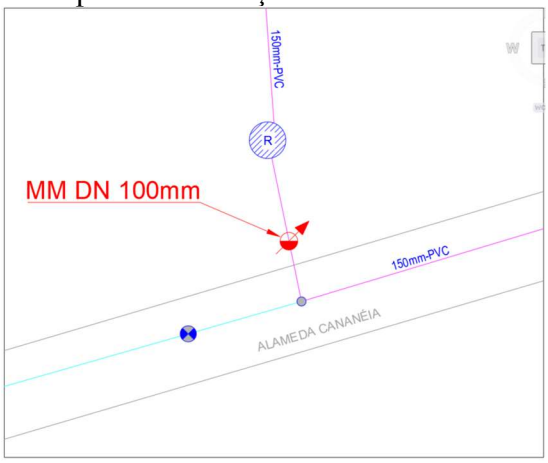
O Sistema Primavera é denominado como Setor 18, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 21. A Tabela 6-23 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 21 e a Figura 6-21 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-23. Relação de macromedidor do DMC 21

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM21-18	Eletromagnético	DMC21	100	0,43	2,19	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-21. Croqui de localização do macromedidor do DMC 21



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.15 Sistema Pedro Paschoal – Setores 19 e 20

O Sistema Pedro Paschoal é divido em 2 setores de abastecimento, denominados como Setor 19 e setor 20.

Setor 19 – DMC 22

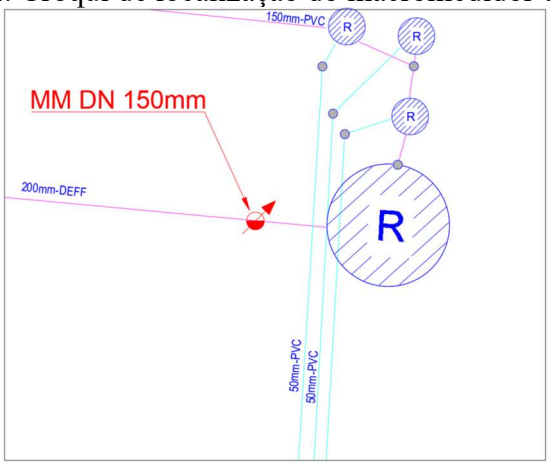
O Setor 19 é composto por um distrito de medição e controle, denominado como DMC 22. A Tabela 6-24 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 22, enquanto a Figura 6-22 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-24. Relação do macromedidor do DMC 22

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM22-19	Eletromagnético	DMC22	150	0,31	1,77	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-22. Croqui de localização do macromedidor do DMC 22



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Setor 20 – DMC 23

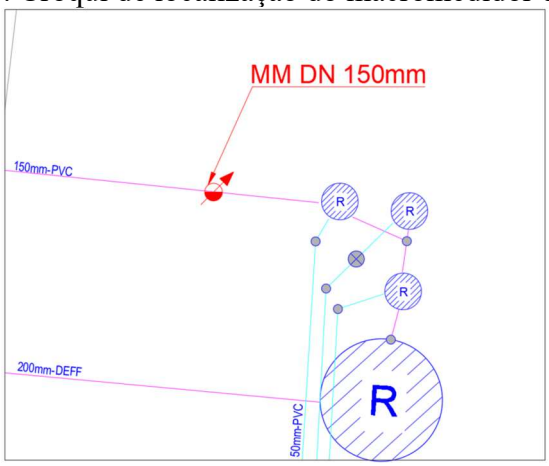
O Setor 20 é composto por um distrito de medição e controle, denominado como DMC 23. A Tabela 6-25 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 23 e a Figura 6-23 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-25. Relação de macromedidor do DMC 23

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM23-20	Eletromagnético	DMC23	150	0,33	1,44	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-23. Croqui de localização do macromedidor do DMC 23



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.16 Sistema Claudia – Setor 21

DMC 24

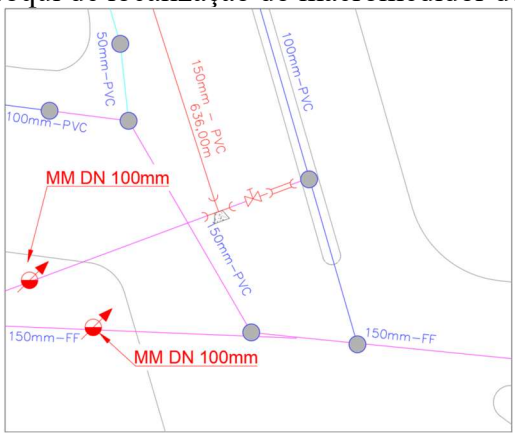
O Sistema Claudia é denominado como Setor 21, e é composto por dois distritos de medição e controle, DMC 24 e DMC 25. A Tabela 6-26 apresenta as informações pertinentes aos macromedidores a ser instalado nos DMC's e a Figura 6-24 apresenta o croqui de localização dos mesmos.

Tabela 6-26. Relação de macromedidores do DMC 24 e 25

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM24-21	Eletromagnético	DMC24	100	0,60	2,27	150
MM25-21	Eletromagnético	DMC24	100	0,51	1,94	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-24. Croqui de localização do macromedidor do DMC 24 e 25



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.17 Sistema Progresso – Setores 22 e 23

O Sistema Progresso é divido em 2 setores de abastecimento, denominados como Setor 22 e Setor 23.

Setor 22 – DMC 26 e DMC 27

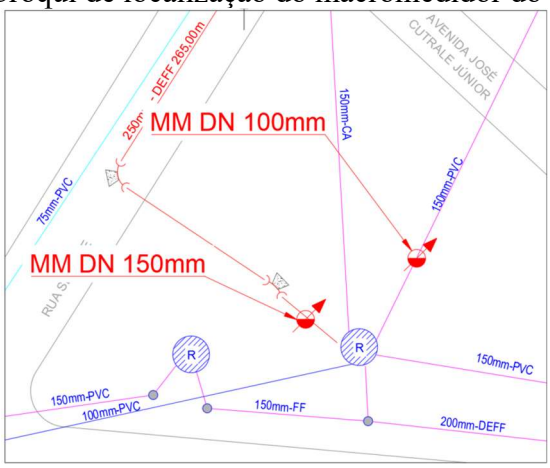
O Setor 22 é composto por dois distritos de medição e controle, denominado como DMC 26 e DMC 27. A Tabela 6-27 apresenta as informações pertinentes ao macromedidores a serem instalados nos DMC's, enquanto a Figura 6-25 apresenta o croqui de localização dos mesmos.

Tabela 6-27. Relação do macromedidor do DMC 26 e 27

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM26-22	Eletromagnético	DMC26	150	0,32	1,82	250
MM27-22	Eletromagnético	DMC27	100	0,42	1,71	100

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-25. Croqui de localização do macromedidor do DMC 26 e 27



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Setor 23 – DMC 30

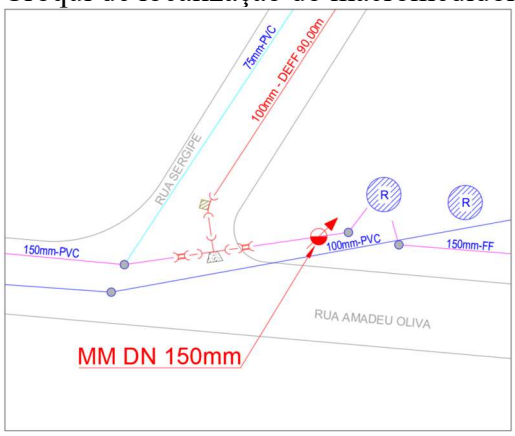
O Setor 23 é composto por um distrito de medição e controle, denominado como DMC 30. A Tabela 6-28 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 23 e a Figura 6-26 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-28. Relação de macromedidor do DMC 30

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM30-23	Eletromagnético	DMC30	150	0,42	1,63	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-26. Croqui de localização do macromedidor do DMC 30



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.18 Sistema Centro – Setor 24

DMC 28

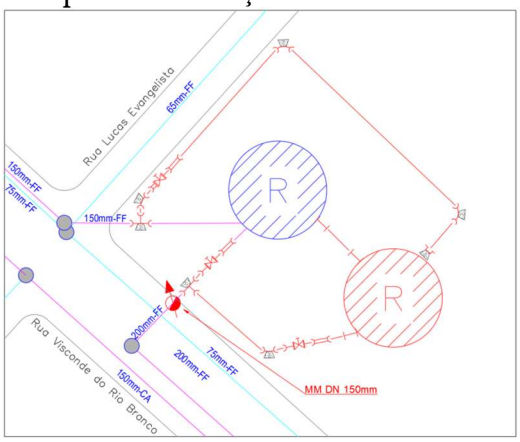
O Sistema Centro é denominado como Setor 24, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 28. A Tabela 6-29 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 28 e a Figura 6-27 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-29. Relação de macromedidor do DMC 28

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM28-24	Eletromagnético	DMC28	150	0,55	2,15	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-27. Croqui de localização do macromedidor do DMC 28



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.19 Sistema Sanderson – Setor 25

DMC 29

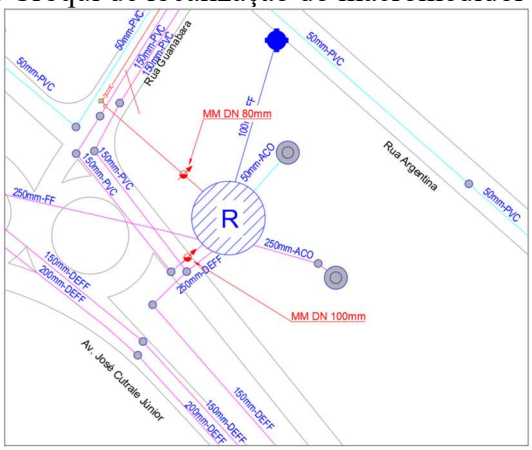
O Sistema Sanderson é denominado como Setor 25, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 29. A Tabela 6-30 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 29 e a Figura 6-28 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-30. Relação de macromedidor do DMC 29

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM29-25	Eletromagnético	DMC29	100	0,56	2,19	250
			80	0,39	1,50	150

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-28. Croqui de localização do macromedidor do DMC 29



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.20 Sistema Menino Deus – Setor 26

DMC 34

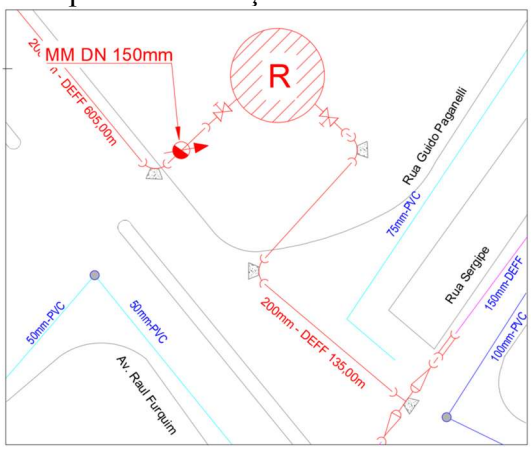
O Sistema Menino Deus é denominado como Setor 26, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 34. A Tabela 6-31 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 34 e a Figura 6-29 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-31. Relação de macromedidor do DMC 34

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM34-26	Eletromagnético	DMC34	150	0,41	1,61	200

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-29. Croqui de localização do macromedidor do DMC 34



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.21 Sistema Areias – Setor 27

DMC 35

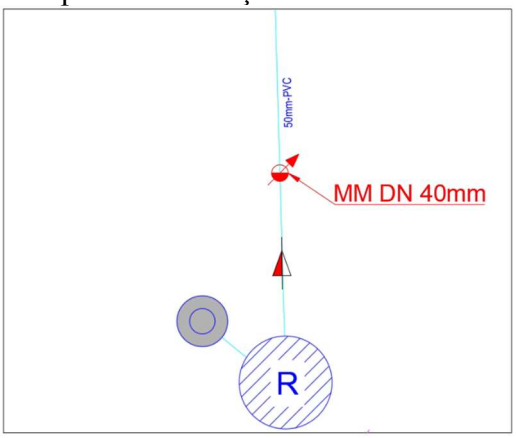
O Sistema Areias é denominado como Setor 27, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 35. A Tabela 6-32 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 35 e a Figura 6-30 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-32. Relação de macromedidor do DMC 35

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM35-27	Eletromagnético	DMC35	40	0,05	0,92	50

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-30. Croqui de localização do macromedidor do DMC 35



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.22 Sistema Andes – Setor 28

DMC 36

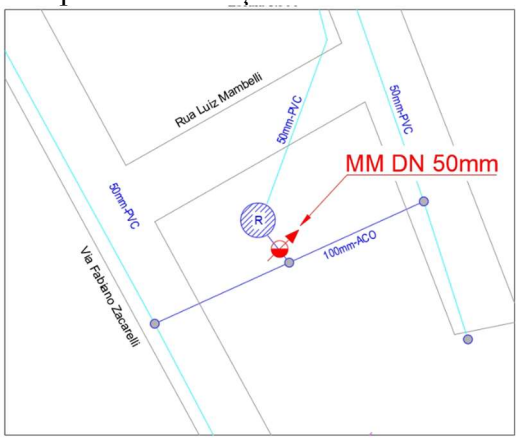
O Sistema Andes é denominado como Setor 28, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 36. A Tabela 6-33 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 36 e a Figura 6-31 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-33. Relação de macromedidor do DMC 36

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM36-28	Eletromagnético	DMC36	50	0,20	0,92	100

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-31. Croqui de localização do macromedidor do DMC 36



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.23 Sistema Botafogo – Setor 29

DMC 37

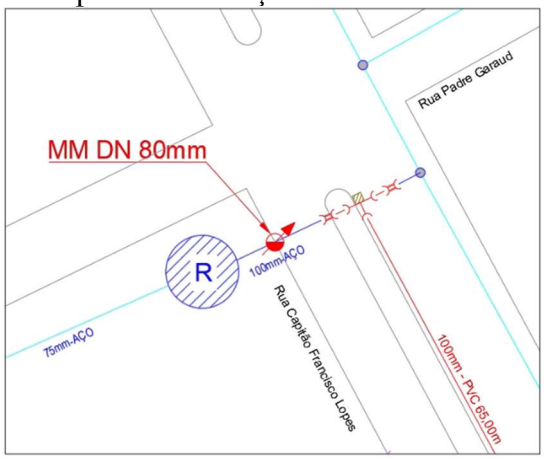
O Sistema Botafogo é denominado como Setor 29, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 37. A Tabela 6-34 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 37 e a Figura 6-32Figura 6-28 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-34. Relação de macromedidor do DMC 37

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM37-29	Eletromagnético	DMC37	80	0,33	1,50	100

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-32. Croqui de localização do macromedidor do DMC 37



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.6.24 Sistema Turvínia – Setor 30

DMC 38

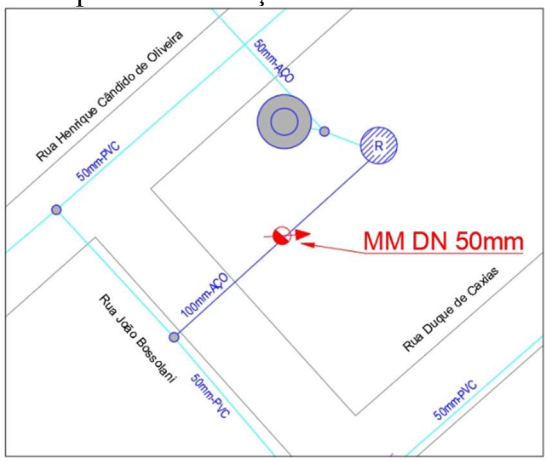
O Sistema Turvínia é denominado como Setor 30, e é composto por um distrito de medição e controle, DMC 38. A Tabela 6-35 apresenta as informações pertinentes ao macromedidor a ser instalado no DMC 38 e a Figura 6-33Figura 6-28 apresenta o croqui de localização do mesmo.

Tabela 6-35. Relação de macromedidor do DMC 38

ITEM	TIPO MACROMEDIDOR	DMC	DIÂM. NOMINAL MACROM. (mm)	VELOCIDADES (m/s)		DIÂMETRO DA REDE (mm)
				MÍN. ATUAL	MÁX. FUTURA	
MM38-30	Eletromagnético	DMC38	50	0,35	1,99	100

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 6-33. Croqui de localização do macromedidor do DMC 38



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

6.7 ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO

Como já abordado, após os resultados obtidos através da simulação hidráulica proposta no Produto 05, se faz necessário a implantação de 36 macromedidores para o sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro.

A Tabela 6-36 abaixo, apresenta um resumo dos valores a serem investidos para atender a proposta de macromedição do município.

Tabela 6-36. Resumo dos investimentos para macromedição do município de Bebedouro

SISTEMA	SETOR	DISTRITO DE MEDIÇÃO E CONTROLE	DESCRIÇÃO	SERVIÇOS CONTEMPLADOS	VALOR (R$)
SISTEMA TROPICAL	SETOR 01	DMC 01	Câmara Superior	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 86.194,58
		DMC 02	Câmara Inferior	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 86.194,58

Tabela 6-36. Resumo dos investimentos para macromedição do município de Bebedouro

SISTEMA	SETOR	DISTRITO DE MEDIÇÃO E CONTROLE	DESCRIÇÃO	SERVIÇOS CONTEMPLADOS	VALOR (R$)
SISTEMA PORTAL DO LAGO II	SETOR 02	DMC 03	Reservatório Apoiado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 87.532,28
SISTEMA ETA II	SETOR 03	DMC 04	Reservatório Apoiado - São Carlos	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 86.194,58
	SETOR 04	DMC 19	Reservatório Enterrado - 2.000m³	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 80.128,07
	SETOR 05	DMC 31	Reservatório Apoiado - 1.000m³	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 80.174,94
SISTEMA EUROPA	SETOR 06	DMC 05	Reservatório Apoiado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 84.588,78
SISTEMA RESIDENCIAL ANTONIA SANTAELLA	SETOR 07	DMC 06	Reservatório Apoiado - Adutora 150mm	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 80.128,07
	SETOR 08	DMC 10	Reservatório Apoiado - Adutora 75mm	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 76.591,38
SISTEMA ETA I	SETOR 09	DMC 07	Reservatório Semienterrados	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 104.930,37
	SETOR 10	DMC 32	Reservatório Elevado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 123.784,27
	SETOR 09	DMC 33	Reservatórios Semienterrados - Booster	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 100.470,32
	SETOR 11				R$ 159.438,79

Tabela 6-36. Resumo dos investimentos para macromedição do município de Bebedouro

SISTEMA	SETOR	DISTRITO DE MEDIÇÃO E CONTROLE	DESCRIÇÃO	SERVIÇOS CONTEMPLADOS	VALOR (R$)
SISTEMA JORDANA		DMC 08 / DMC 11	Câmara Superior / Câmara Inferior	Macromedidor de Vazão (2 unidades)	
SISTEMA CENTENÁRIO	SETOR 12	DMC 09	Reservatório Semienterrado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 86.194,58
SISTEMA BOA VISTA	SETOR 13	DMC 12	Câmara Inferior	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 88.358,00
SISTEMA JARDIM ITÁLIA	SETOR 14	DMC 14	Reservatório Elevado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 86.194,58
SISTEMA SETE JARDINS	SETOR 15	DMC 15	Reservatório Apoiado - Adutora 150mm	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 88.234,72
		DMC 17	Reservatório Apoiado - 2 Adutoras 150mm	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 83.569,22
SISTEMA SOUZA LIMA	SETOR 16	DMC 16 / DMC 18	Reservatório Apoiado - Adutora 150mm	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 83.406,44
SISTEMA RASSIN DIBE	SETOR 17	DMC 20	Reservatória Elevado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 88.896,98
SISTEMA PRIMAVERA	SETOR 18	DMC 21	Reservatório Apoiado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 83.406,44
SISTEMA PEDRO PASCHOAL	SETOR 19	DMC 22	Reservatório Apoiado - 2.000m³	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 99.337,13
	SETOR 20	DMC 23	Reservatórios 1 e 3 apoiados	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 86.474,92
	SETOR 21				R$ 81.581,38

Tabela 6-36. Resumo dos investimentos para macromedição do município de Bebedouro

SISTEMA	SETOR	DISTRITO DE MEDIÇÃO E CONTROLE	DESCRIÇÃO	SERVIÇOS CONTEMPLADOS	VALOR (R$)
SISTEMA CLAUDIA		DMC 24 / DMC 25	Câmara Inferior / Câmara Superior	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	
SISTEMA PROGRESSO	SETOR 22	DMC 26 / DMC 27	Câmara Inferior / Câmara Superior	Macromedidor de Vazão (2 unidades)	R$ 187.496,30
	SETOR 23	DMC 30	Reservatório Elevado - Torre	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 86.194,58
SISTEMA CENTRO	SETOR 24	DMC 28	Reservatório Semienterrado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 97.050,56
SISTEMA SANDERSON	SETOR 25	DMC 29	Reservatório Apoiado	Macromedidor de Vazão (2 unidades)	R$ 182.610,10
SISTEMA MENINO DEUS	SETOR 26	DMC 34	Reservatório Apoiado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 100.470,32
SISTEMA AREIAS	SETOR 27	DMC 35	Reservatório Apoiado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 64.069,60
SISTEMA ANDES	SETOR 28	DMC 36	Reservatório Elevado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 69.701,37
SISTEMA BOTAFOGO	SETOR 29	DMC 37	Reservatório Elevado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 70.104,36
SISTEMA TURVÍNIA	SETOR 30	DMC 38	Reservatório Elevado	Macromedidor de Vazão (1 unidade)	R$ 64.069,60
TOTAL					R$ 3.113.772,19

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Para a implantação do sistema de macromedição do sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro, tem-se um valor total de aproximadamente R$ 3.113.772,19. Vale salientar que, no Produto 05, estão sendo apresentadas as planilhas orçamentárias detalhadas, contendo todos os desdobramentos dos valores supracitados.

6.8 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO PARA IMPLANTAÇÃO DOS MACROMEDIDORES

O cronograma físico-financeiro para implantação dos macromedidores de vazão foi elaborado em concordância com o cronograma físico-financeiro de implantação da setorização, apresentado no Produto 13. Os macromedidores devem ser implantados juntos à setorização, para que seja possível realizar análises com os valores medidos. A Tabela 6-37 apresenta o cronograma supracitado.

Tabela 6-37. Cronograma Físico-Financeiro para implantação dos macromedidores de vazão

Setor	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Setor 20	R$ 86.474,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Setor 17	R$ 88.896,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Setor 18	R$ 83.406,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Setor 13	-	R$ 88.358,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Setor 19	-	R$ 99.337,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Setor 24	-	-	R$ 97.050,56	-	-	-	-	-	-	-	-
Setor 14	-	-	R$ 86.194,58	-	-	-	-	-	-	-	-
Setor 1	-	-	R$ 172.389,16	-	-	-	-	-	-	-	-
Setor 11	-	-	-	R$ 159.438,79	-	-	-	-	-	-	-
Setor 28	-	-	-	R$ 69.701,37	-	-	-	-	-	-	-
Setor 12	-	-	-	R$ 86.194,58	-	-	-	-	-	-	-
Setor 21	-	-	-	R$ 81.581,38	-	-	-	-	-	-	-
Setor 23	-	-	-	R$ 86.194,58	-	-	-	-	-	-	-
Setor 9	-	-	-	-	R$ 205.400,69	-	-	-	-	-	-
Setor 15	-	-	-	-	-	R$ 171.803,94	-	-	-	-	-
Setor 29	-	-	-	-	-	R$ 70.104,36	-	-	-	-	-
Setor 16	-	-	-	-	-	R$ 83.406,44	-	-	-	-	-
Setor 4	-	-	-	-	-	-	R$ 80.128,07	-	-	-	-
Setor 5	-	-	-	-	-	-	R$ 80.174,94	-	-	-	-
Setor 7	-	-	-	-	-	-	R$ 80.128,07	-	-	-	-
Setor 10	-	-	-	-	-	-	-	R$ 123.784,27	-	-	-
Setor 2	-	-	-	-	-	-	R$ 87.532,28	-	-	-	-
Setor 22	-	-	-	-	-	-	-	-	R$ 187.496,30	-	-

Tabela 6-37. Cronograma Físico-Financeiro para implantação dos macromedidores de vazão

Setor	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Setor 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R$ 84.588,78	-
Setor 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R$ 64.069,60	-
Setor 26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R$ 100.470,32
Setor 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R$ 182.610,10
Setor 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R$ 76.591,38	-
Setor 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R$ 64.069,60	-
Setor 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R$ 86.194,58	-
Total	R$ 258.778,34	R$ 187.695,13	R$ 355.634,30	R$ 483.110,70	R$ 205.400,69	R$ 325.314,74	R$ 327.963,36	R$ 123.784,27	R$ 187.496,30	R$ 375.513,94	R$ 283.080,42

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

7. MONITORAMENTO DE PRESSÃO POR DATA LOGGERS

7.1 MONITORAMENTO DA PRESSÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Com o objetivo de verificar a pressão do sistema de abastecimento de água no município de Bebedouro, foram realizadas medições de pressão utilizando data-loggers em 29 pontos pré-estabelecidos.

As localizações dos pontos foram estabelecidas, de maneira que contemplassem toda a extensão do sistema de abastecimento, principalmente pontos críticos, ou seja, locais nos quais, por diversos motivos, o sistema funciona com pressões fora dos limites apropriados.

A Tabela 7-1 apresenta os pontos onde foram instalados os loggers para o monitoramento das pressões. Na tabela serão apresentados o setor de abastecimento, endereço, as datas de instalação e retirada do equipamento, bem como as pressões máximas e mínimas registradas durante o período indicado. Conforme estabelecido pela norma NBR 12.218, as redes de abastecimentos de água devem possuir pressões mínimas de 10 mca e pressões máximas de 50 mca. Foram destacados na cor vermelha os locais onde as pressões ultrapassaram o limite máximo estabelecido pela norma, enquanto na cor azul, foram destacadas as pressões que ficaram abaixo do limite mínimo.

Destaca-se que a variações abruptas de pressão apresentadas pelos gráficos podem ser causadas por fatores externos, como interrupção do abastecimento, abertura ou fechamento da torneira onde estava instalado o logger, entre outros.

Tabela 7-1 Resumo das medições realizadas no município de Bebedouro

ID	Endereço	Data de Instalação	Data de Retirada	Pressão Mín (m.c.a)	Pressão Máx (m.c.a)
Ponto 01	Rua Alameda Arthur LenhaVerde, 262 - Jardim Menino Deus II	05/03/2024	12/03/2024	19,10	58,40
Ponto 02	Rua Antônio Cyrillo Pereira, 274 - Jardim do Bosque	05/03/2024	12/03/2024	30,50	44,30
Ponto 03	Rua José de Almeida, 198 - Vila Santa Terezinha	05/03/2024	12/03/2024	6,00	40,70
Ponto 04	Rua Rognel Bruno, 65 - Residencial Rassim Dibe	05/03/2024	12/03/2024	22,10	60,50
Ponto 05	Rua Alameda Atílio Fávero, 1428 - Jardim Alvorada	12/03/2024	19/03/2024	4,30	31,20
Ponto 06	Rua Alameda Parati, 69 - Chácaras Parati	12/03/2024	19/03/2024	15,20	51,50
Ponto 07	Rua Lúcio Sarti, 188 - Parque Eldorado	12/03/2024	19/03/2024	0,00	19,40
Ponto 08	Rua Terra Roxa, 477 - Jardim Talarico	12/03/2024	19/03/2024	16,00	47,60

Tabela 7-1 Resumo das medições realizadas no município de Bebedouro

ID	Endereço	Data de Instalação	Data de Retirada	Pressão Mín (m.c.a)	Pressão Máx (m.c.a)
Ponto 09	Rua Cajobi, 11 - Jardim Ciranda	19/03/2024	26/03/2024	4,60	40,30
Ponto 10	Rua São João, 04 - Centro	19/03/2024	26/03/2024	33,40	42,50
Ponto 11	Rua Visconde do Rio Branco, 1.001 - Centro	19/03/2024	26/03/2024	1,90	21,40
Ponto 12	Avenida Hércules Pereira Hortal, 1.700 - Centro	26/03/2024	02/04/2024	18,40	64,20
Ponto 13	Rua Joaquim Moreira, 289 - Jardim São Francisco	26/03/2024	02/04/2024	59,10	78,20
Ponto 14	Rua Nicodemo Rosa, 399 - Jardim Tropical	26/03/2024	02/04/2024	25,80	36,00
Ponto 15	Rua Paul Harris, 496 - Vila Major Cicero de Carvalho	11/04/2024	18/04/2024	5,80	35,80
Ponto 16	Rua Luiz Fachini, 229 - Residencial Dr. Hercules Pereira Hortal	11/04/2024	18/04/2024	26,50	60,50
Ponto 17	Avenida Lawrence Santim, 379 - Vila Paulista	30/04/2024	07/05/2024	23,96	53,82
Ponto 18	Rua Alcindo Paolielo, 39 - Jardim das Laranjeiras	30/04/2024	07/05/2024	32,70	61,40
Ponto 19	Rua Benedito Henrique Folsta, 460 - Residencial Bebedouro	30/04/2024	07/05/2024	5,70	46,00
Ponto 20	Rua Coronel Cândido Procópio de Oliveira, 181 - Distrito Industrial	30/04/2024	07/05/2024	13,36	32,67
Ponto 21	Rua Maestro Silvio Salata, 460 - Residencial Centenário	30/04/2024	07/05/2024	32,82	47,69
Ponto 22	Rua Luis dos Santos, 119 - Jardim das Acácias	30/04/2024	07/05/2024	0,00	47,10
Ponto 23	Rua José Minholo, 308 - Residencial Bebedouro	30/04/2024	07/05/2024	7,40	31,50
Ponto 24	Avenida Belmiro Dias Batista, 1126 - Jardim das Laranjeiras	07/05/2024	14/05/2024	17,10	28,50
Ponto 25	Rua Augusto Garibalde, 260 - Residencial Bebedouro	07/05/2024	14/05/2024	20,00	44,50
Ponto 26	Rua Benedicto Antônio da Silva	07/05/2024	14/05/2024	15,75	22,46
Ponto 27	Rua Ângelo Antônio Fávero, 388 - Botafogo	07/05/2024	14/05/2024	8,20	23,10
Ponto 28	Rua Martinho Contro, 50 - Turvínea	07/05/2024	14/05/2024	10,10	21,60
Ponto 29	Rua José Lombardo, 04 - Andes	07/05/2024	14/05/2024	5,67	27,76

7.1.1 Ponto 01 – Rua Alameda Arthur LenhaVerde, 262 - Jardim Menino Deus II

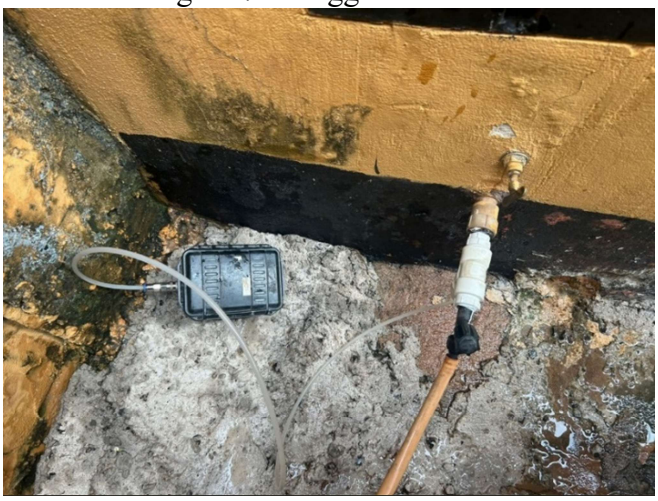
Na sequência a Figura 7-1 e a Figura 7-2 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-1 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-1 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-2 Logger instalado

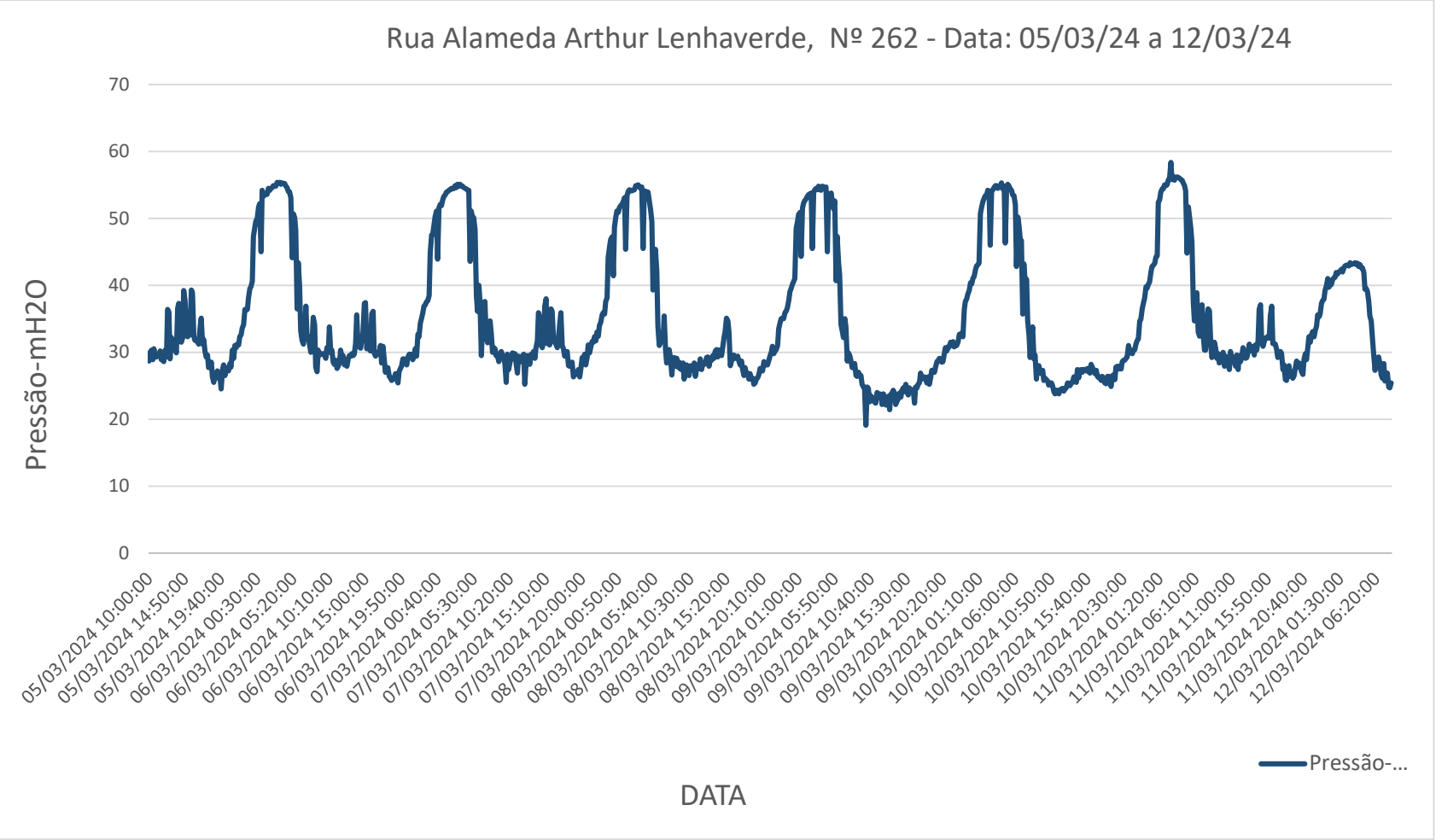


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-2 Resumo do monitoramento – Ponto 01

OBSERVAÇÕES:	Rua Alameda Arthur LenhaVerde, 262 - Jardim Menino Deus II				
DATA INÍCIO:	05/03/2024	**HORA:**	10:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	12/03/2024	**HORA:**	8:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	58,40	(MCA)			
PRESSÃO MED:	30,80	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	19,10	(MCA)			

Gráfico 7-1 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 01



7.1.2 Ponto 02 – Rua Antonio Cyrillo Pereira, 274 - Jardim do Bosque

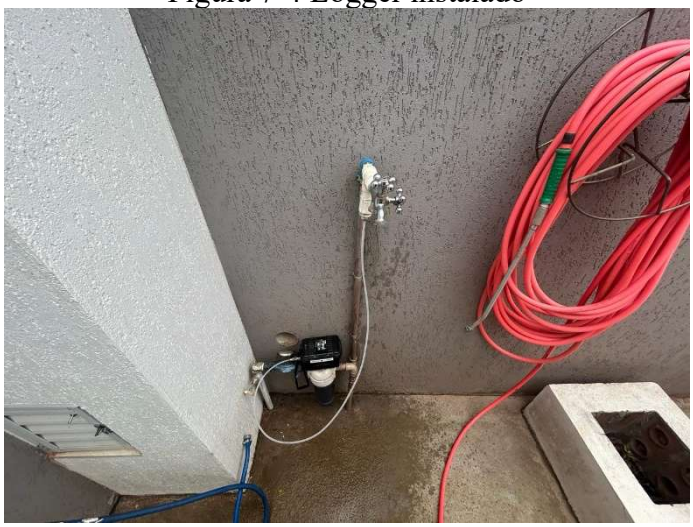
Na sequência a Figura 7-3 e a Figura 7-4 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-2 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-3 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-4 Logger instalado

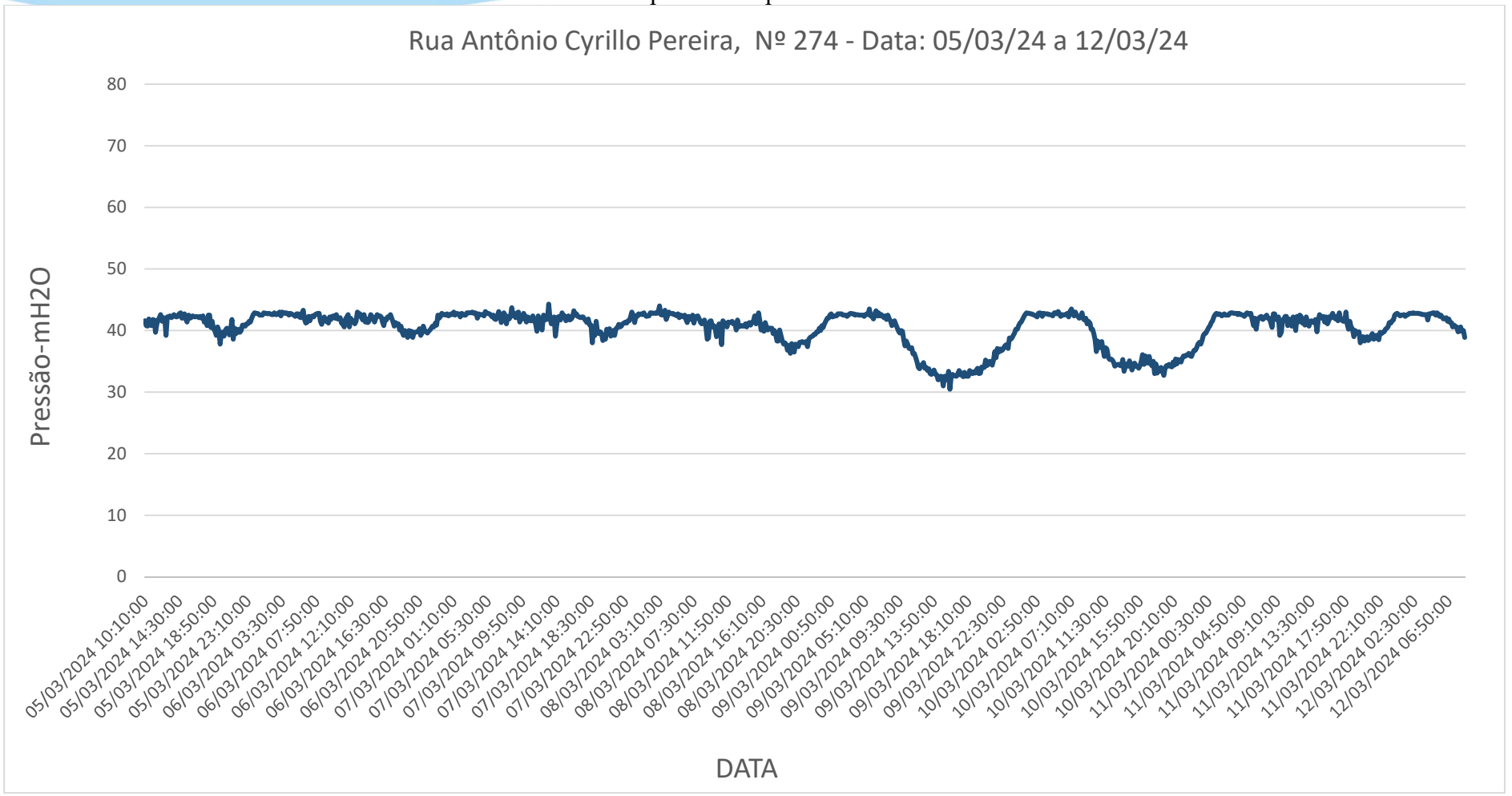


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-3 Resumo do monitoramento – Ponto 02

OBSERVAÇÕES:	Rua Antonio Cyrillo Pereira, 274 - Jardim do Bosque				
DATA INÍCIO:	05/03/2024	**HORA:**	10:10	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	12/03/2024	**HORA:**	8:50	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	44,30	(MCA)			
PRESSÃO MED:	41,60	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	30,50	(MCA)			

Gráfico 7-2 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 02



7.1.3 Ponto 03 – Rua José de Almeida, 198 - Vila Santa Terezinha

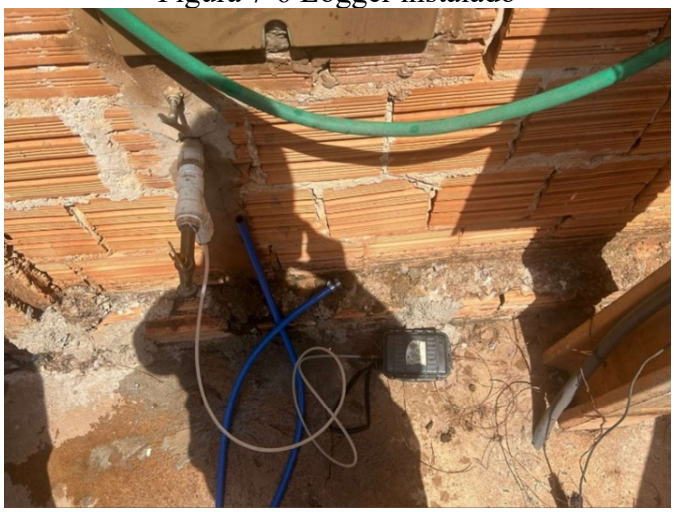
Na sequência a Figura 7-5 e a Figura 7-6 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-3 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-5 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-6 Logger instalado

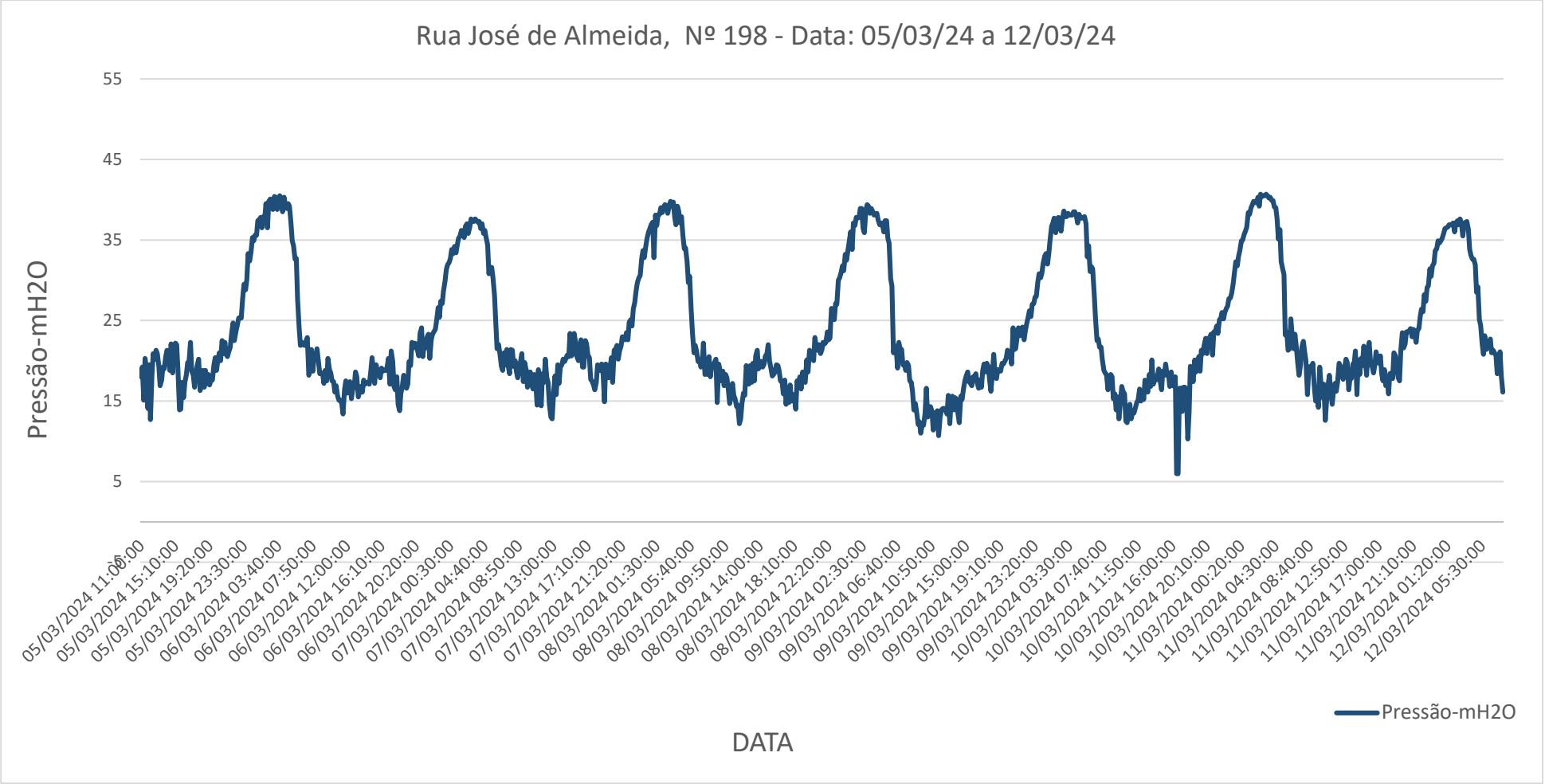


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-4 Resumo do monitoramento – Ponto 03

OBSERVAÇÕES:	Rua José de Almeida, 198 - Vila Santa Terezinha					
DATA INÍCIO:	05/03/2024		**HORA:**	11:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	12/03/2024		**HORA:**	8:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00					
PRESSÃO MÁX:	40,70	(MCA)				
PRESSÃO MED:	20,70	(MCA)				
PRESSÃO MÍN:	6,00	(MCA)				

Gráfico 7-3 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 03



7.1.4 Ponto 04 – Rua Rognel Bruno, 65 - Residencial Rassim Dibe

Na sequência a Figura 7-7 e a Figura 7-8 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-4 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-7 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-8 Logger instalado

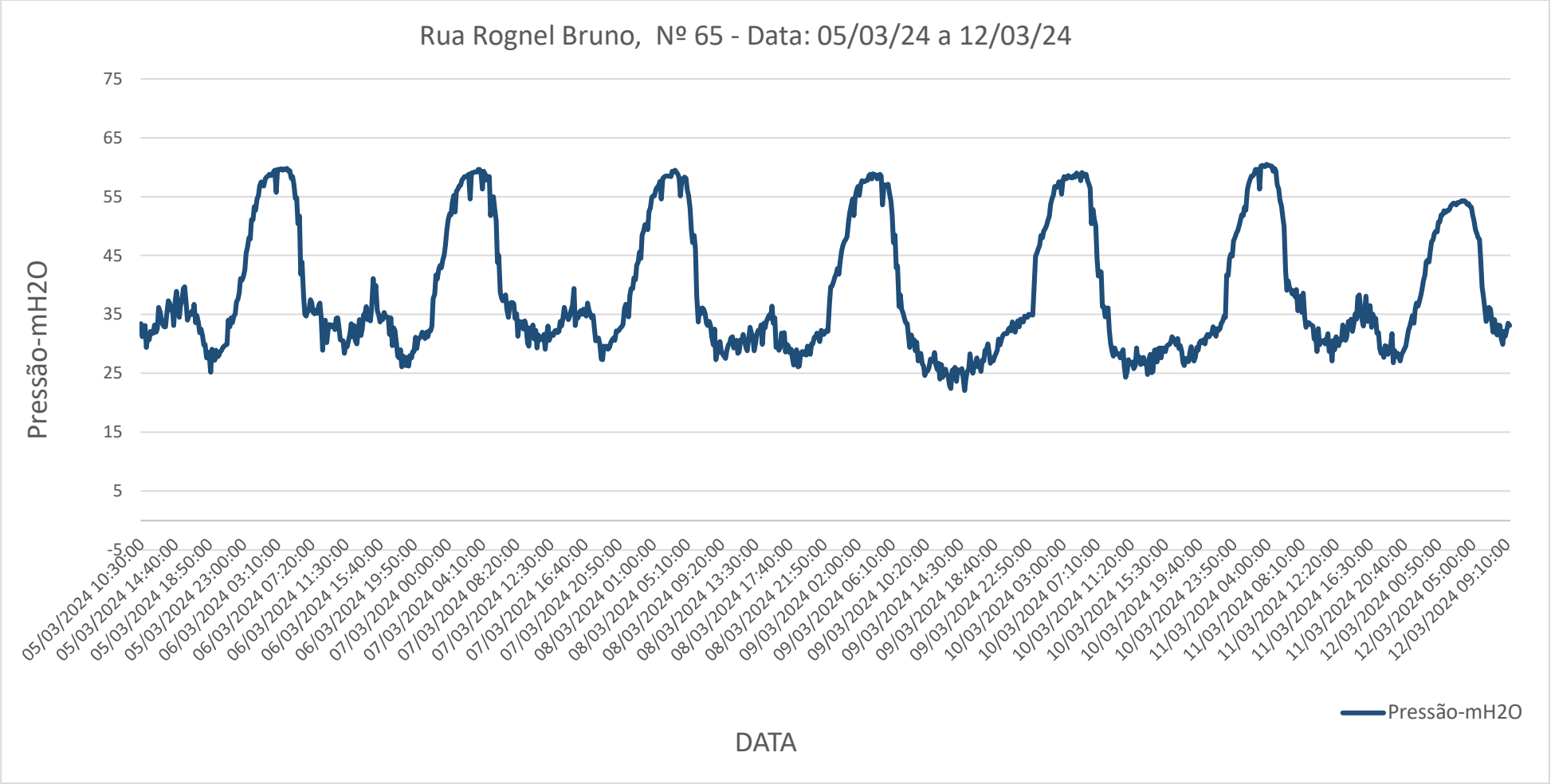


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-5 Resumo do monitoramento – Ponto 04

OBSERVAÇÕES:	Rua Rognel Bruno, 65 - Residencial Rassim Dibe				
DATA INÍCIO:	05/03/2024	**HORA:**	10:30	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	12/03/2024	**HORA:**	9:30	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	60,50	(MCA)			
PRESSÃO MED:	34,10	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	22,10	(MCA)			

Gráfico 7-4 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 05



7.1.5 Ponto 05 – Rua Alameda Atílio Fávero, 1428 - Jardim Alvorada

Na sequência a Figura 7-9 e a Figura 7-10 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-5 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-9 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-10 Logger instalado

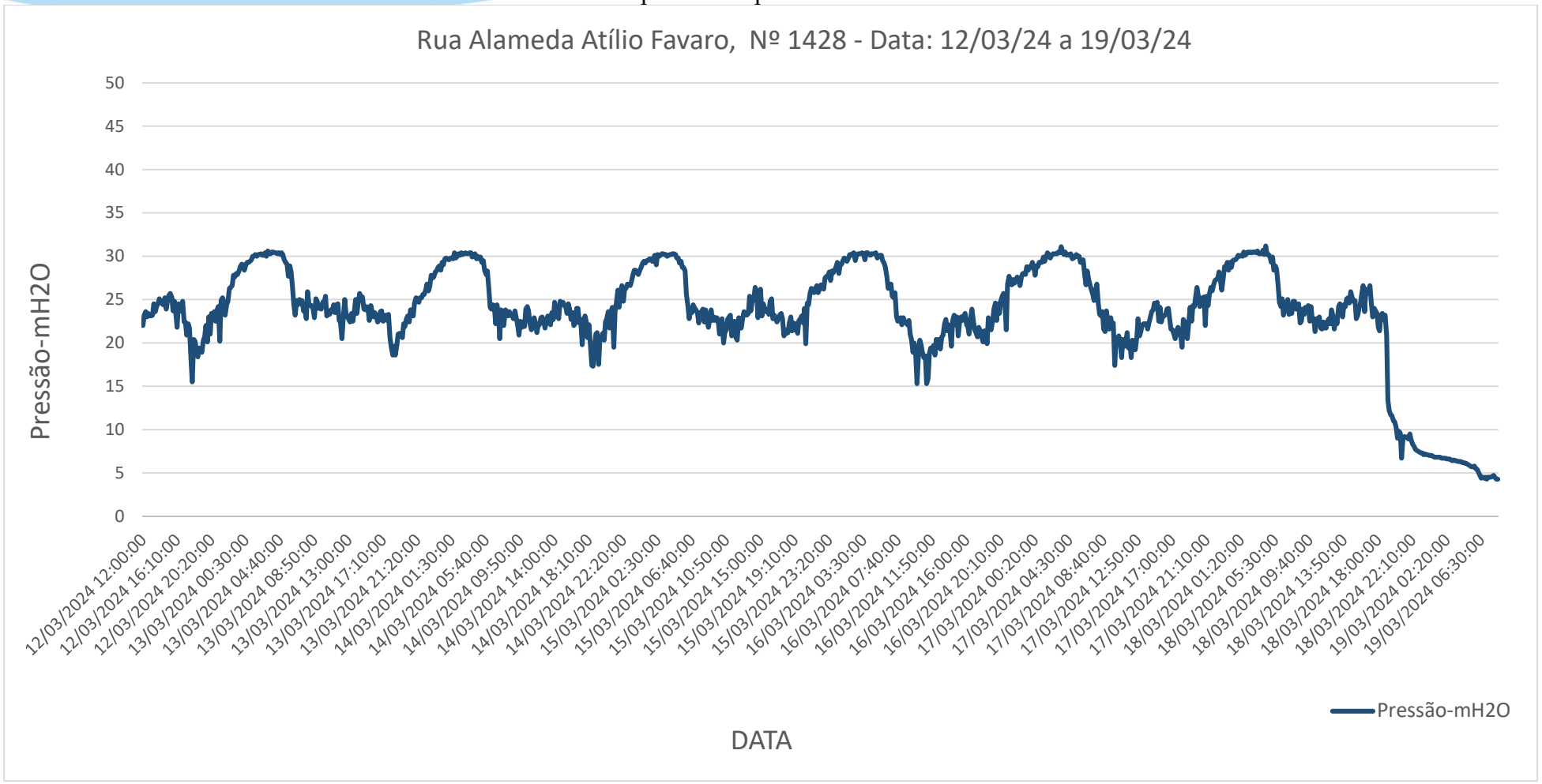


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-6 Resumo do monitoramento – Ponto 05

OBSERVAÇÕES:	Rua Alameda Atílio Fávero, 1428 - Jardim Alvorada					
DATA INÍCIO:	12/03/2024		**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	19/03/2024		**HORA:**	8:30	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00					
PRESSÃO MÁX:	31,20	(MCA)				
PRESSÃO MED:	23,80	(MCA)				
PRESSÃO MÍN:	4,30	(MCA)				

Gráfico 7-5 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 05



7.1.6 Ponto 06 – Rua Alameda Parati, 69 - Chácaras Parati

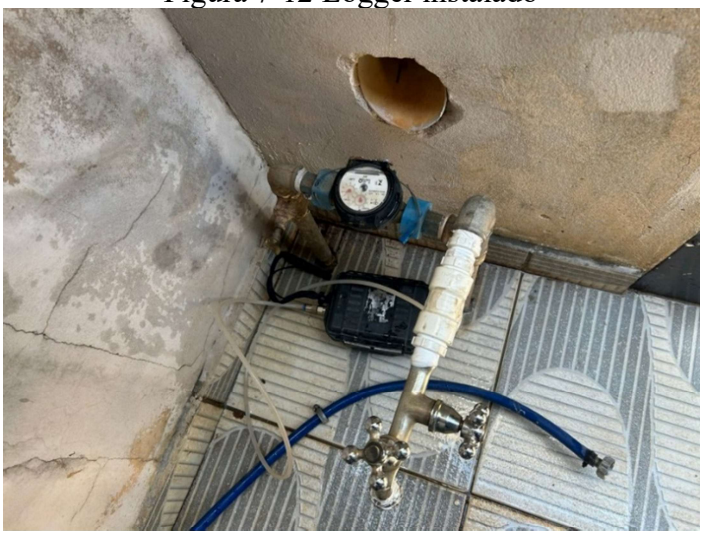
Na sequência a Figura 7-11 e a Figura 7-12 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-6 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-11 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-12 Logger instalado

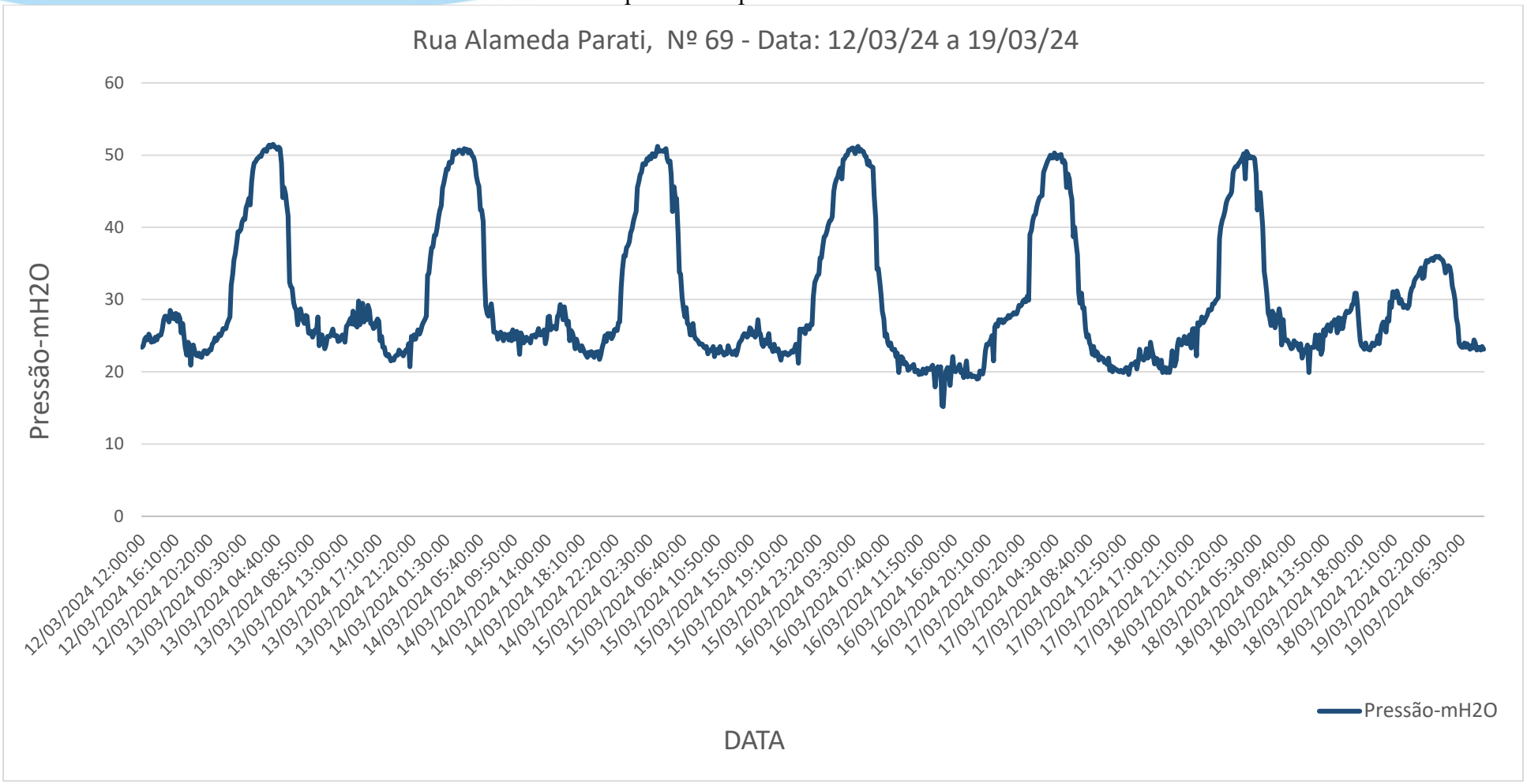


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-7 Resumo do monitoramento – Ponto 06

OBSERVAÇÕES:	Rua Alameda Parati, 69 - Chácaras Parati					
DATA INÍCIO:	12/03/2024		**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	19/03/2024		**HORA:**	9:10	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00					
	PRESSÃO MÁX:	51,50	(MCA)			
	PRESSÃO MED:	25,90	(MCA)			
	PRESSÃO MÍN:	15,20	(MCA)			

Gráfico 7-6 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 06



7.1.7 Ponto 07 – Rua Lúcio Sarti, 188 - Parque Eldorado

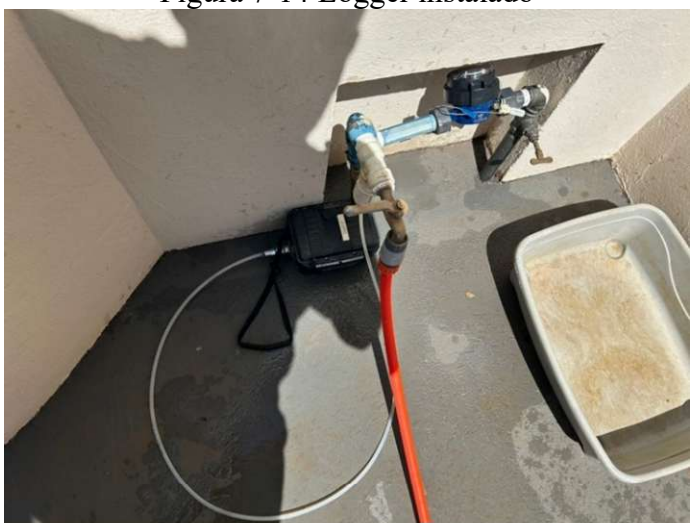
Na sequência a Figura 7-13 e a Figura 7-14 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-7 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-13 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-14 Logger instalado

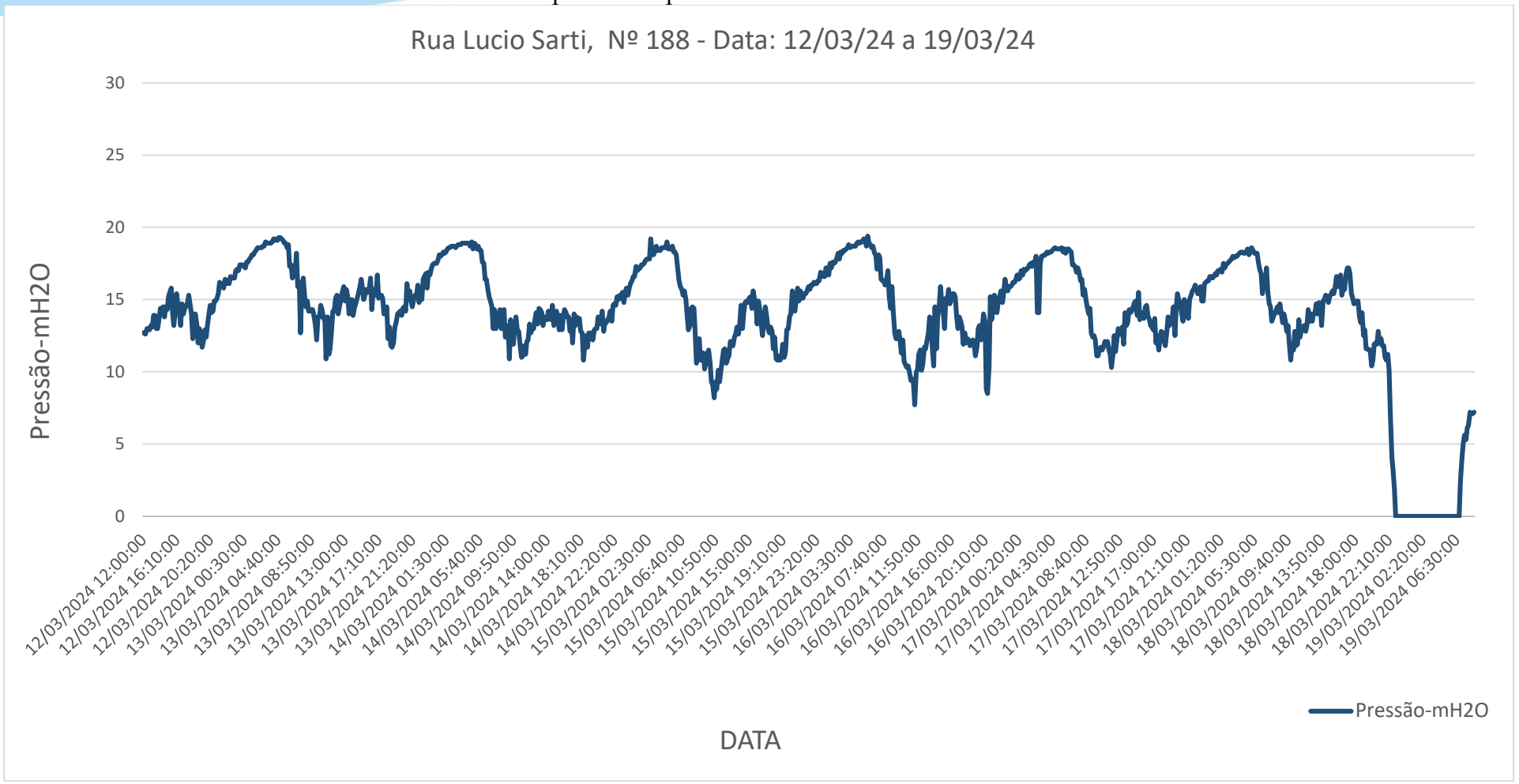


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-8 Resumo do monitoramento – Ponto 07

OBSERVAÇÕES:	Rua Lúcio Sarti, 188 - Parque Eldorado				
DATA INÍCIO:	12/03/2024	**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	19/03/2024	**HORA:**	8:40	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	19,40	(MCA)			
PRESSÃO MED:	14,50	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	0,00	(MCA)			

Gráfico 7-7 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 07



7.1.8 Ponto 08 – Rua Terra Roxa, 477 - Jardim Talarico

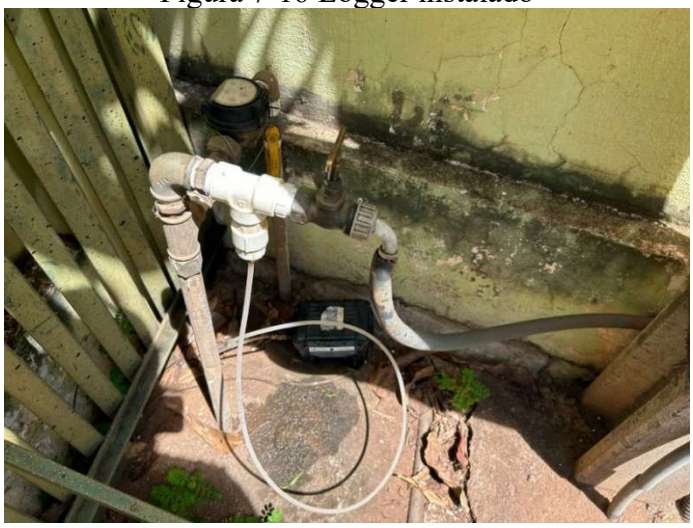
Na sequência a Figura 7-15 e a Figura 7-16 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-8 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-15 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-16 Logger instalado

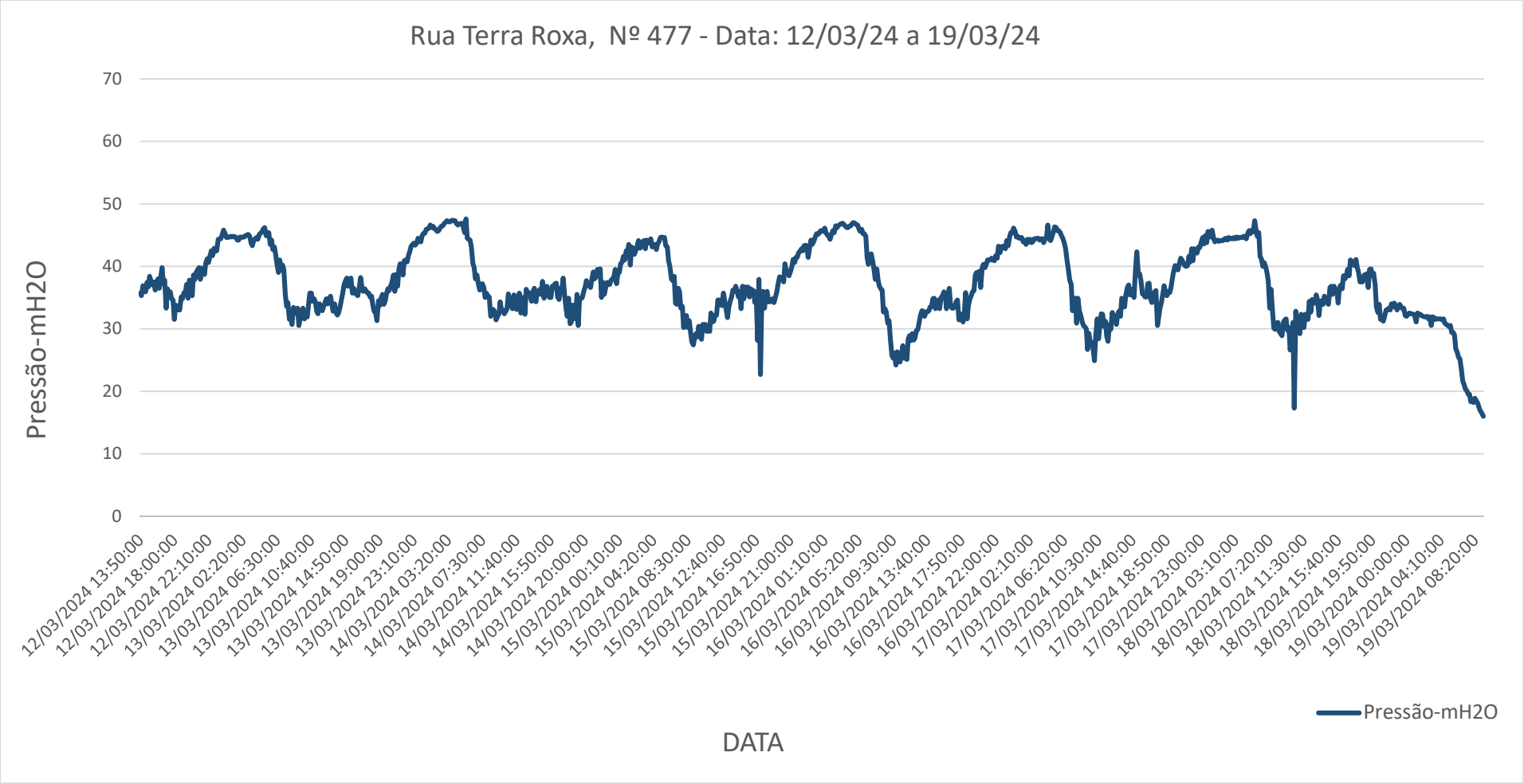


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-9 Resumo do monitoramento – Ponto 08

OBSERVAÇÕES:	Rua Terra Roxa, 477 - Jardim Talarico				
DATA INÍCIO:	12/03/2024	**HORA:**	13:50	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	19/03/2024	**HORA:**	9:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	47,60	(MCA)			
PRESSÃO MED:	36,55	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	16,00	(MCA)			

Gráfico 7-8 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 08



7.1.9 Ponto 09 – Rua Cajobi, 11 – Jardim Ciranda

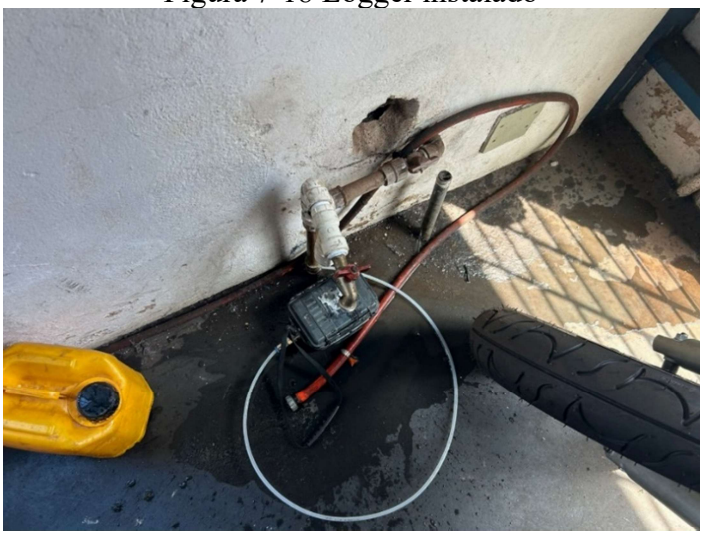
Na sequência a Figura 7-17 e a Figura 7-18 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-9 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-17 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-18 Logger instalado

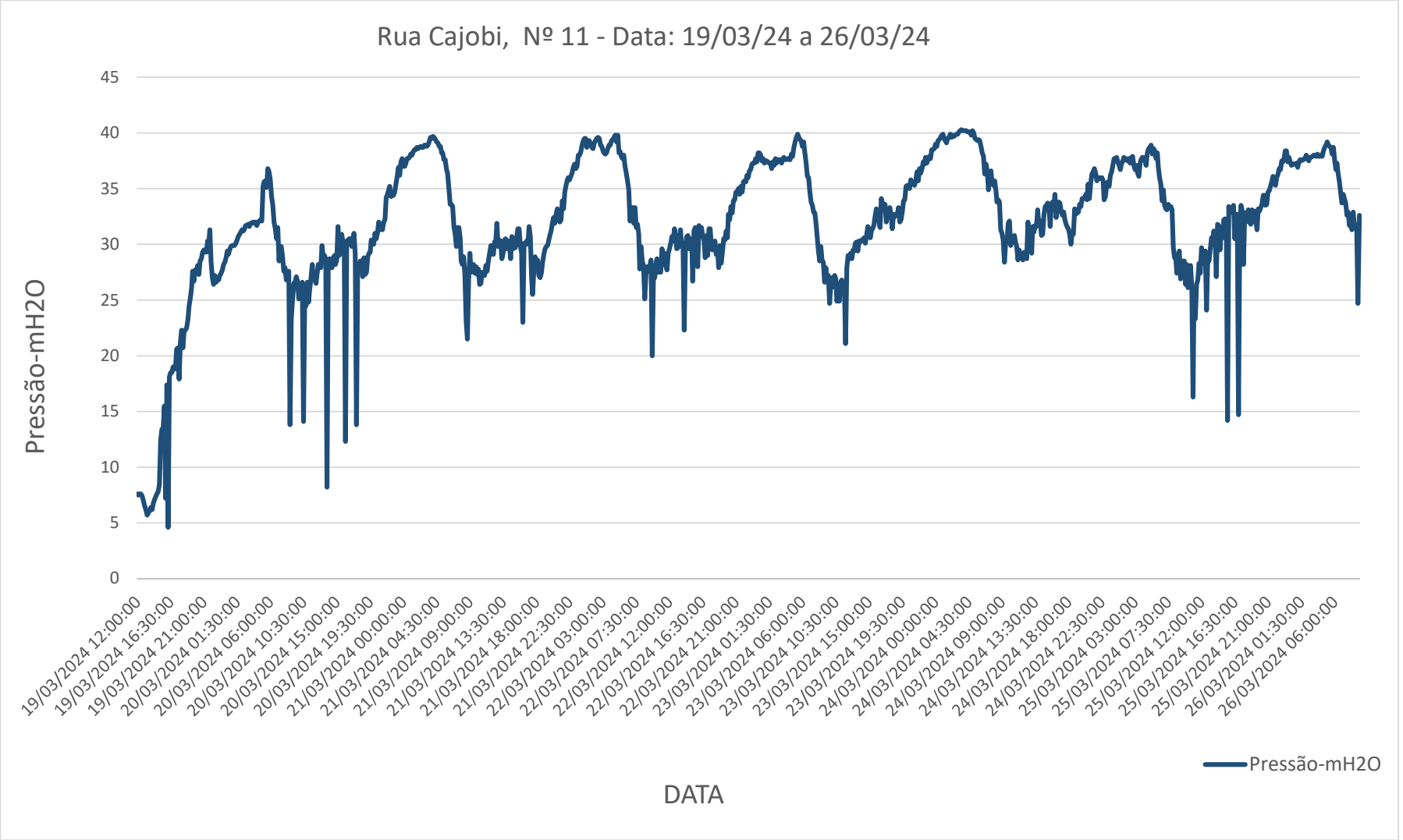


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-10 Resumo do monitoramento – Ponto 09

OBSERVAÇÕES:	Rua Cajobi, 11 - Jardim Ciranda				
DATA INÍCIO:	19/03/2024	**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	26/03/2024	**HORA:**	9:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	40,30	(MCA)			
PRESSÃO MED:	32,00	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	4,60	(MCA)			

Gráfico 7-9 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 09



7.1.10 Ponto 10 – Rua São João, 04 - Centro

Na sequência a Figura 7-19 e a Figura 7-20 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-10 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-19 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-20 Logger instalado

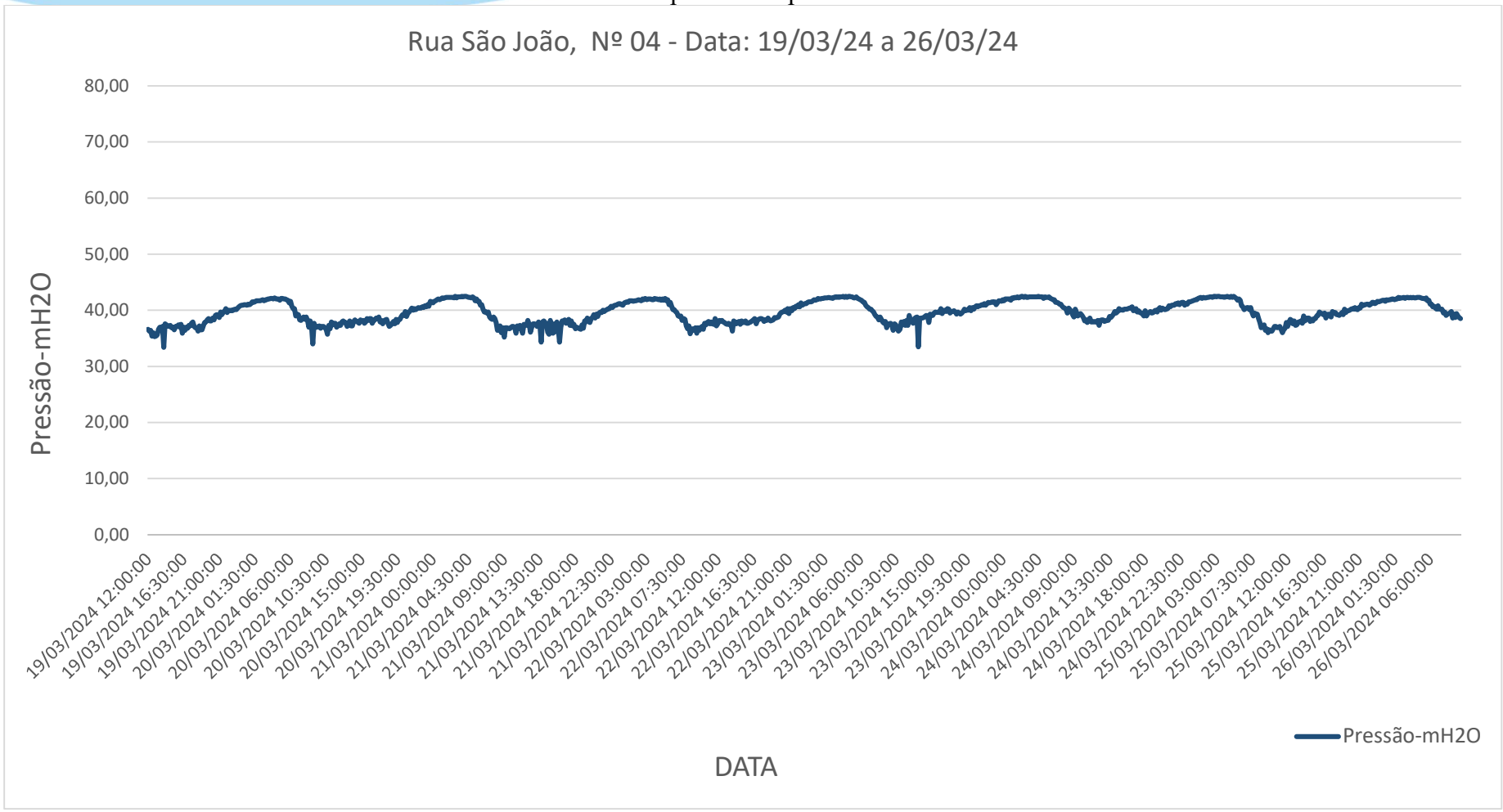


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-11 Resumo do monitoramento – Ponto 10

OBSERVAÇÕES:	Rua São João, 04 - Centro				
DATA INÍCIO:	19/03/2024	**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	26/03/2024	**HORA:**	9:50	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	42,50	(MCA)			
PRESSÃO MED:	39,70	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	33,40	(MCA)			

Gráfico 7-10 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 10



7.1.11 Ponto 11 – Rua Visconde do Rio Branco, 1.001 - Centro

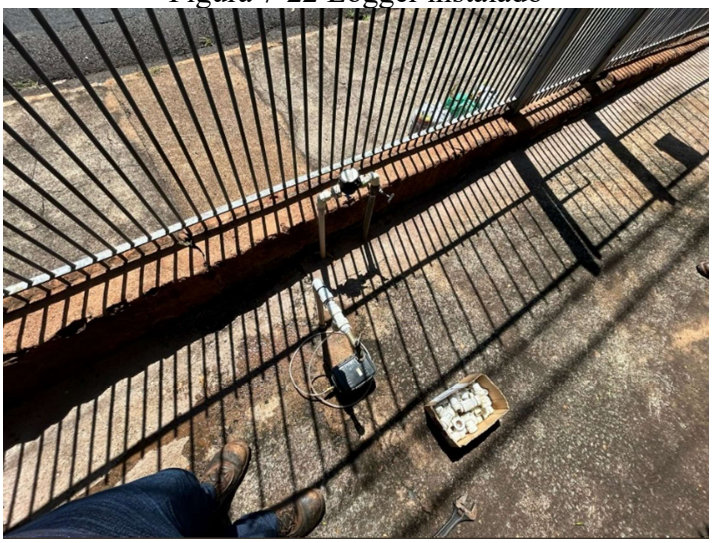
Na sequência a Figura 7-21 e a Figura 7-22 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-11 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-21 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-22 Logger instalado

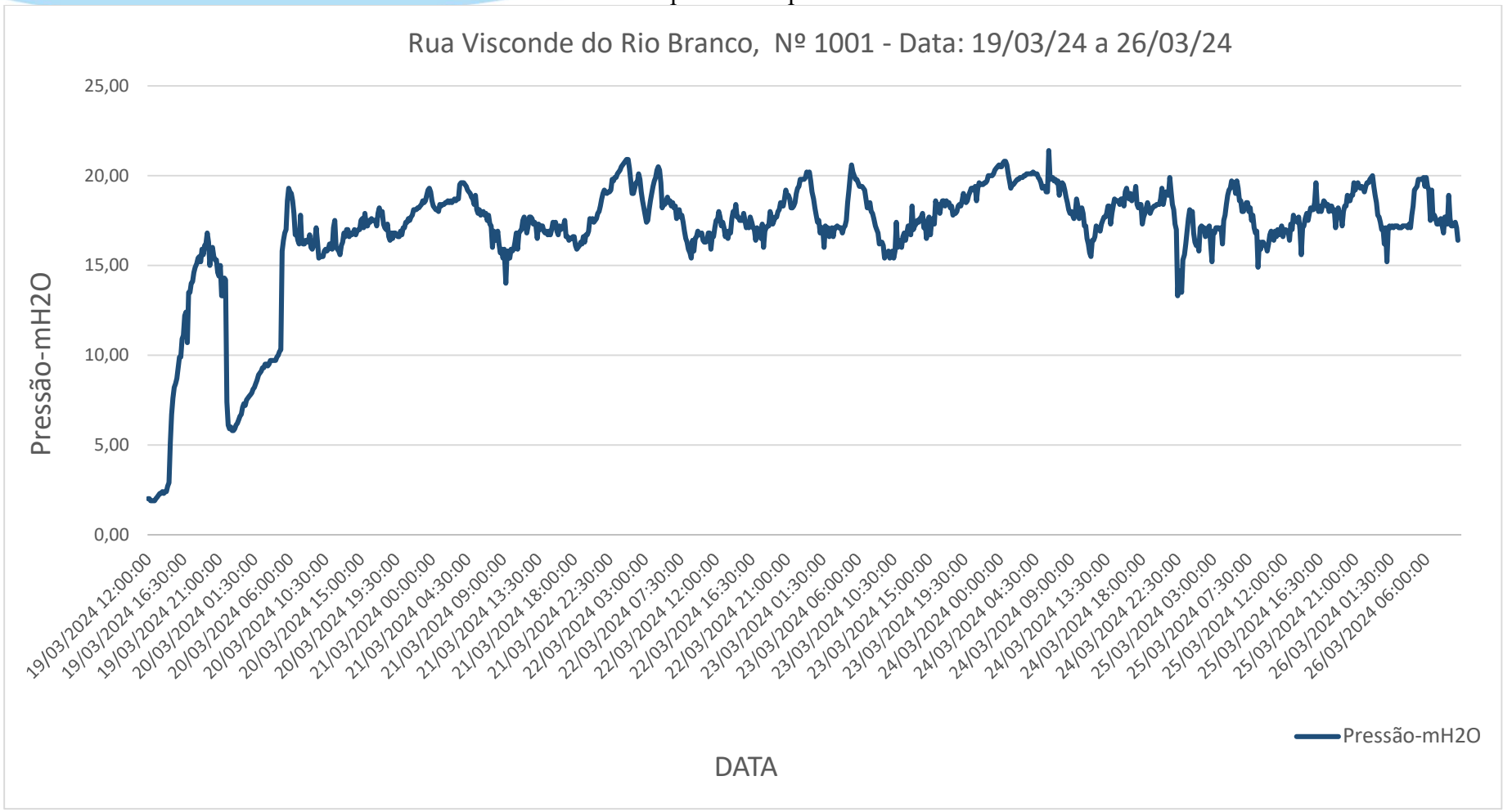


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-12 Resumo do monitoramento – Ponto 11

OBSERVAÇÕES:	Rua Visconde do Rio Branco, 1001 - Centro				
DATA INÍCIO:	19/03/2024	**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	26/03/2024	**HORA:**	10:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	21,40	(MCA)			
PRESSÃO MED:	17,50	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	1,90	(MCA)			

Gráfico 7-11 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 11



7.1.12 Ponto 12 – Avenida Hércules Pereira Hortal, 1.700 - Centro

Na sequência a Figura 7-23 a Figura 7-24 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-12 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-23 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-24 Logger instalado

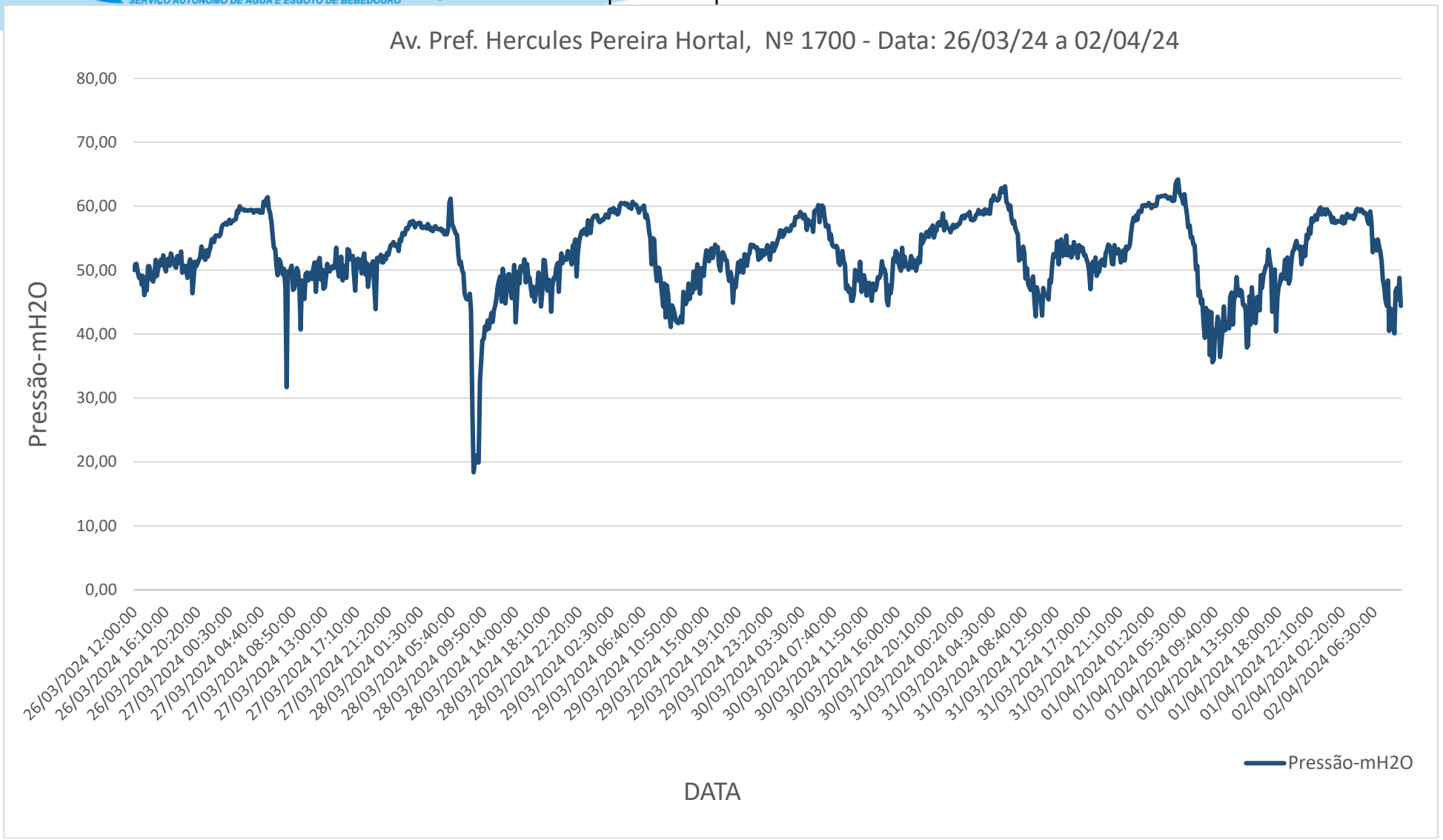


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-13 Resumo do monitoramento – Ponto 12

OBSERVAÇÕES:	Avenida Prefeito Hércules Pereira Hortal, 1.700 - Centro					
DATA INÍCIO:	26/03/2024		**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	02/04/2024		**HORA:**	10:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00					
PRESSÃO MÁX:	64,20	(MCA)				
PRESSÃO MED:	52,40	(MCA)				
PRESSÃO MÍN:	18,40	(MCA)				

Gráfico 7-12 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 12



7.1.13 Ponto 13 – Rua Joaquim Moreira, 289 – Jardim São Francisco

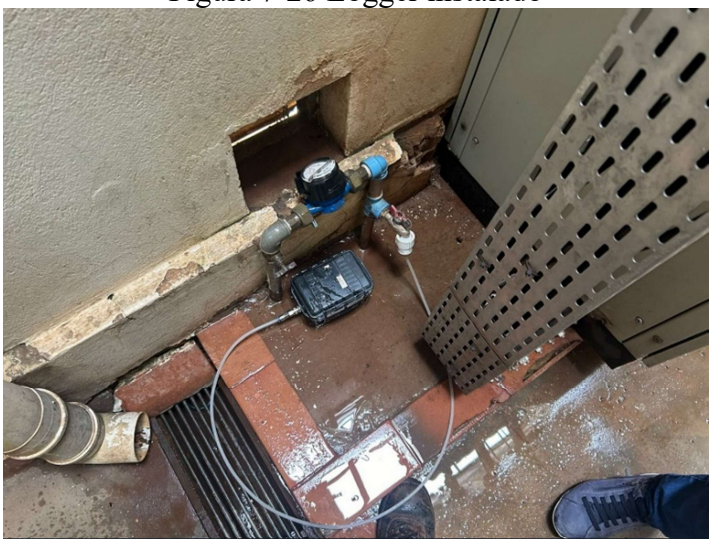
Na sequência a Figura 7-25 e a Figura 7-26 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-13 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-25 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-26 Logger instalado

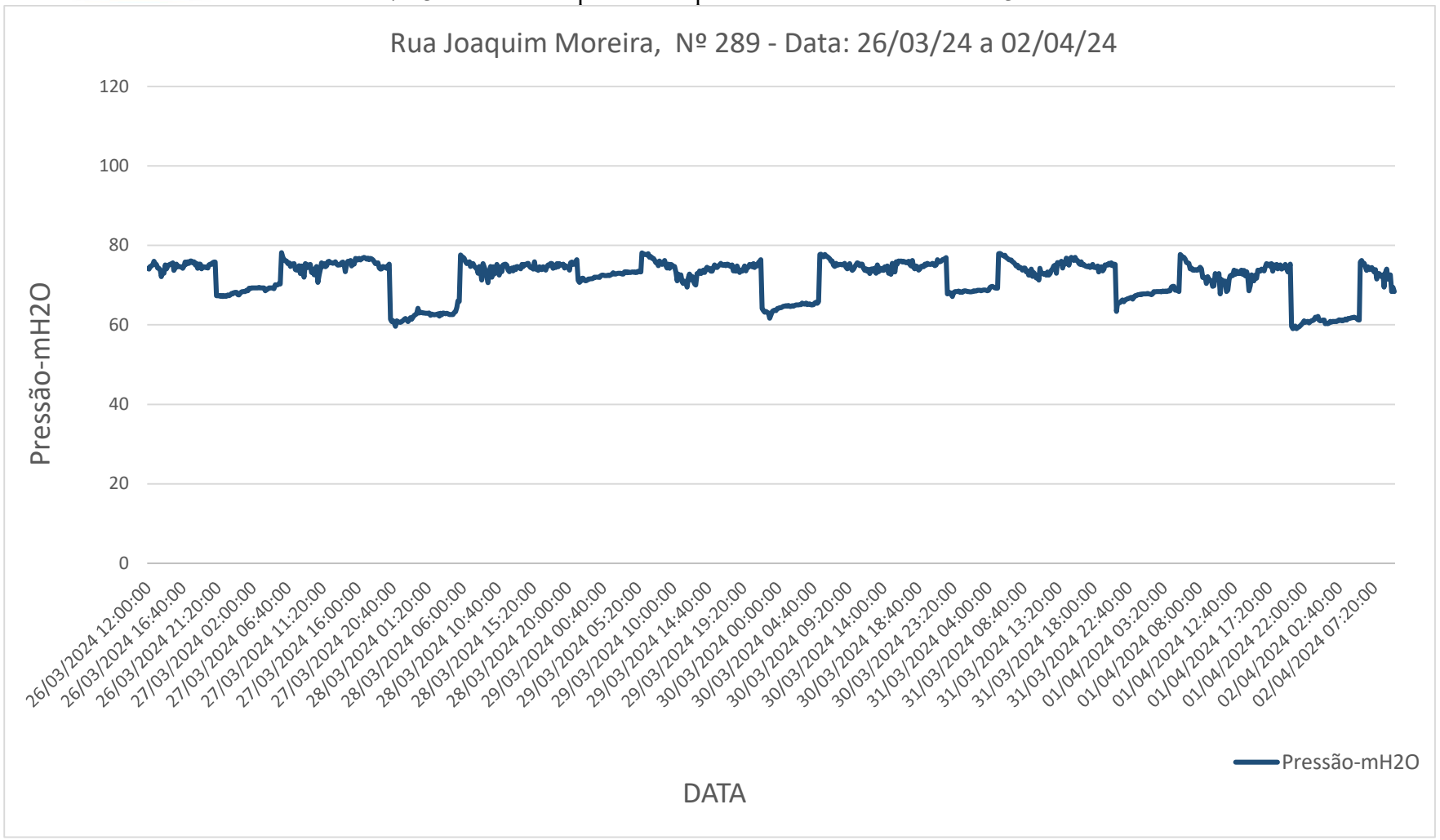


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-14 Resumo do monitoramento – Ponto 13

OBSERVAÇÕES:	Rua Joaquim Moreira, 289 - Jardim São Francisco				
DATA INÍCIO:	26/03/2024	**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	02/04/2024	**HORA:**	10:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	78,20	(MCA)			
PRESSÃO MED:	73,70	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	59,10	(MCA)			

Gráfico 7-13 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 13



7.1.14 Ponto 14 – Rua Nicodemo Rosa, 399 – Jardim Tropical

Na sequência a Figura 7-27 e a Figura 7-28 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-14 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-27 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-28 Logger instalado

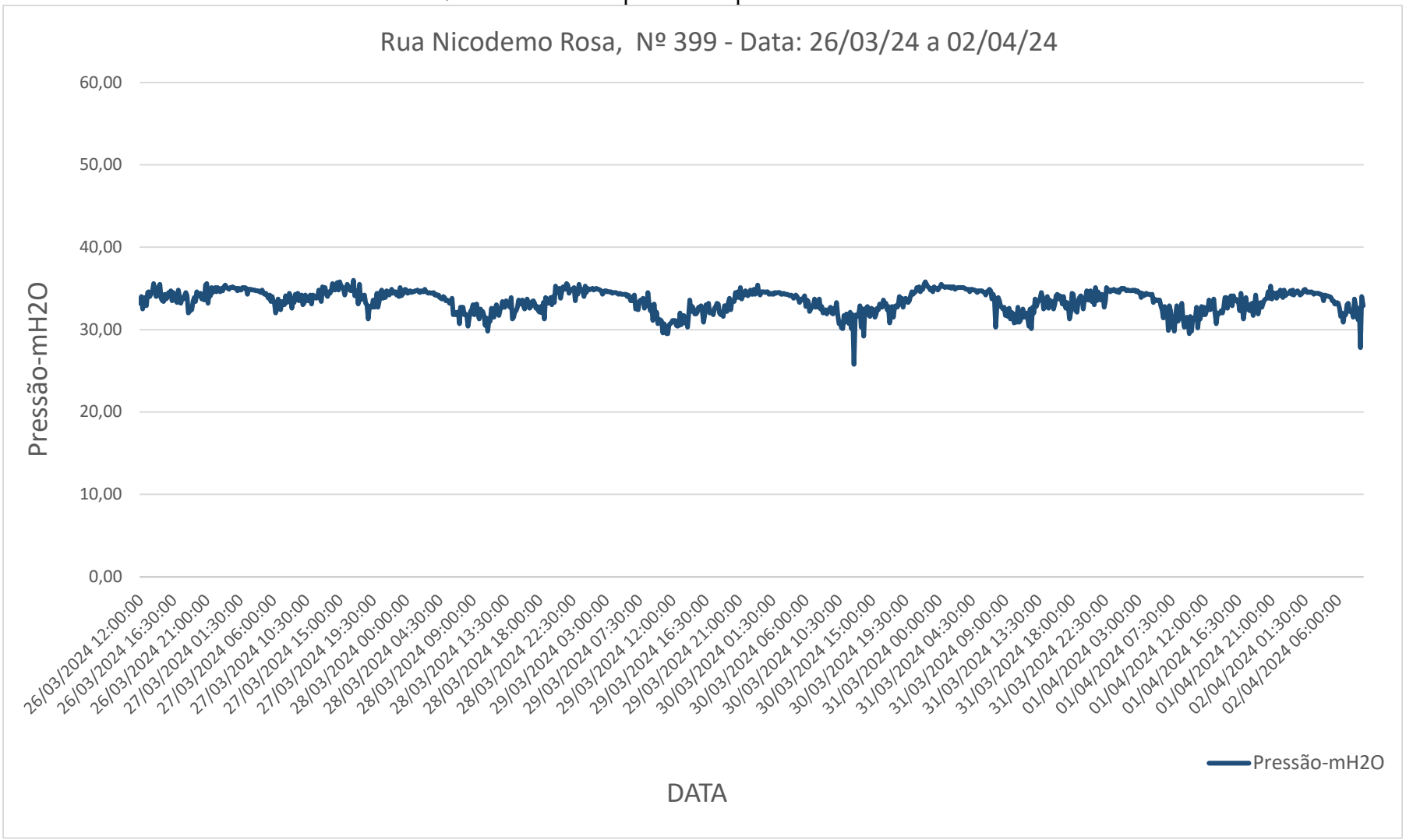


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-15 Resumo do monitoramento – Ponto 14

OBSERVAÇÕES:	Rua Nicodemo Rosa, 399 - Jardim Tropical				
DATA INÍCIO:	26/03/2024	**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	02/04/2024	**HORA:**	10:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	36,00	(MCA)			
PRESSÃO MED:	33,80	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	25,80	(MCA)			

Gráfico 7-14 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 14



7.1.15 Ponto 15 – Rua Paul Harris, 496 – Vila Major Cicero de Carvalho

Na sequência a Figura 7-29 e a Figura 7-30 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-15 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-29 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-30 Logger instalado

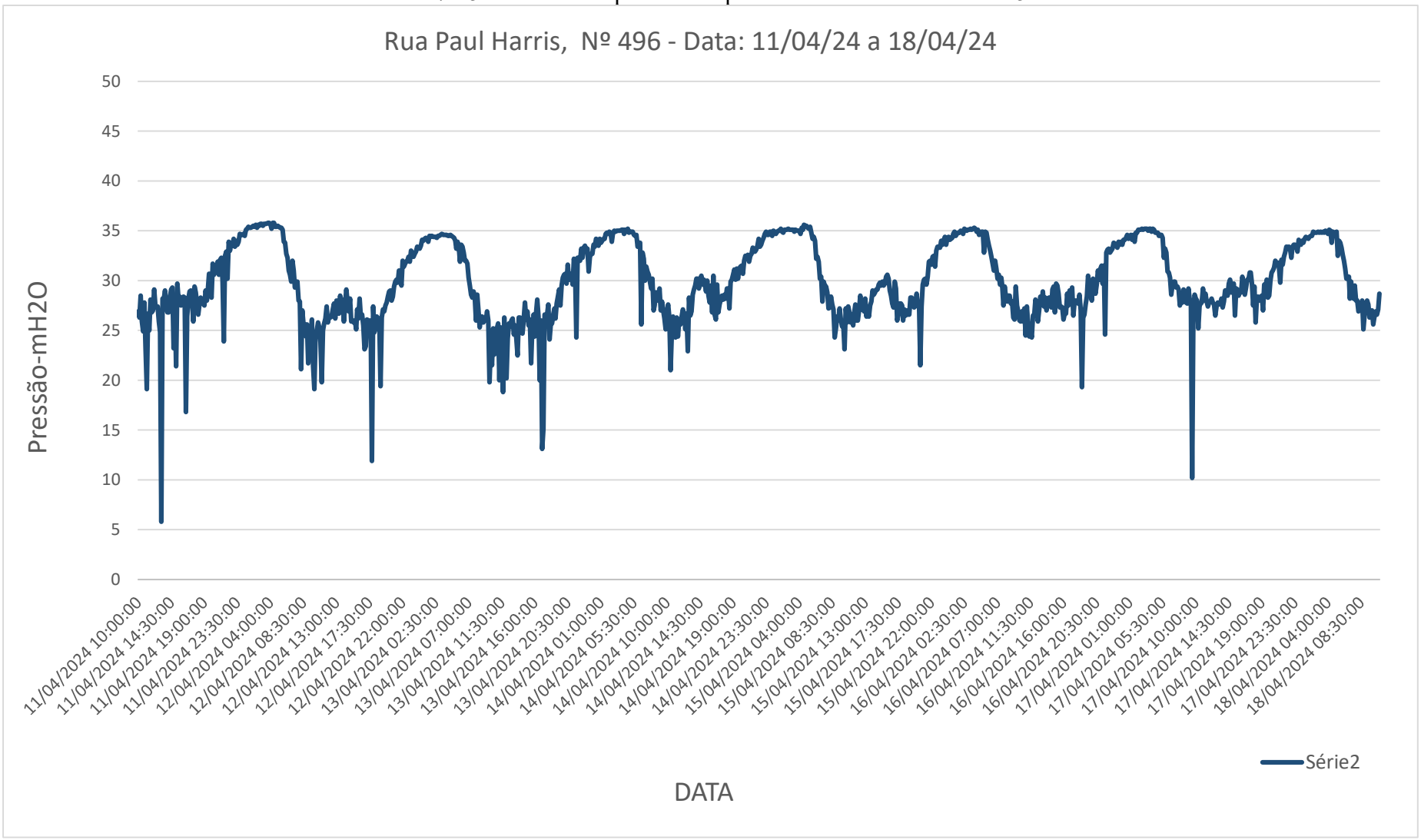


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-16 Resumo do monitoramento – Ponto 15

OBSERVAÇÕES:	Rua Paul Harris, 496 - Vila Major Cicero de Carvalho					
DATA INÍCIO:	11/04/2024		**HORA:**	10:00	**RESPONSÁVEL:**	Felipe Sansão
DATA FIM:	18/04/2024		**HORA:**	11:00	**RESPONSÁVEL:**	Felipe Sansão
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00					
PRESSÃO MÁX:	35,80	(MCA)				
PRESSÃO MED:	29,50	(MCA)				
PRESSÃO MÍN:	5,80	(MCA)				

Gráfico 7-15 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 15



7.1.16 Ponto 16 – Rua Luis Fachini, 229 – Residencial Doutor Hercules Pereira Hortal

Na sequência a Figura 7-31 e a Figura 7-32 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-16 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-31 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-32 Logger instalado

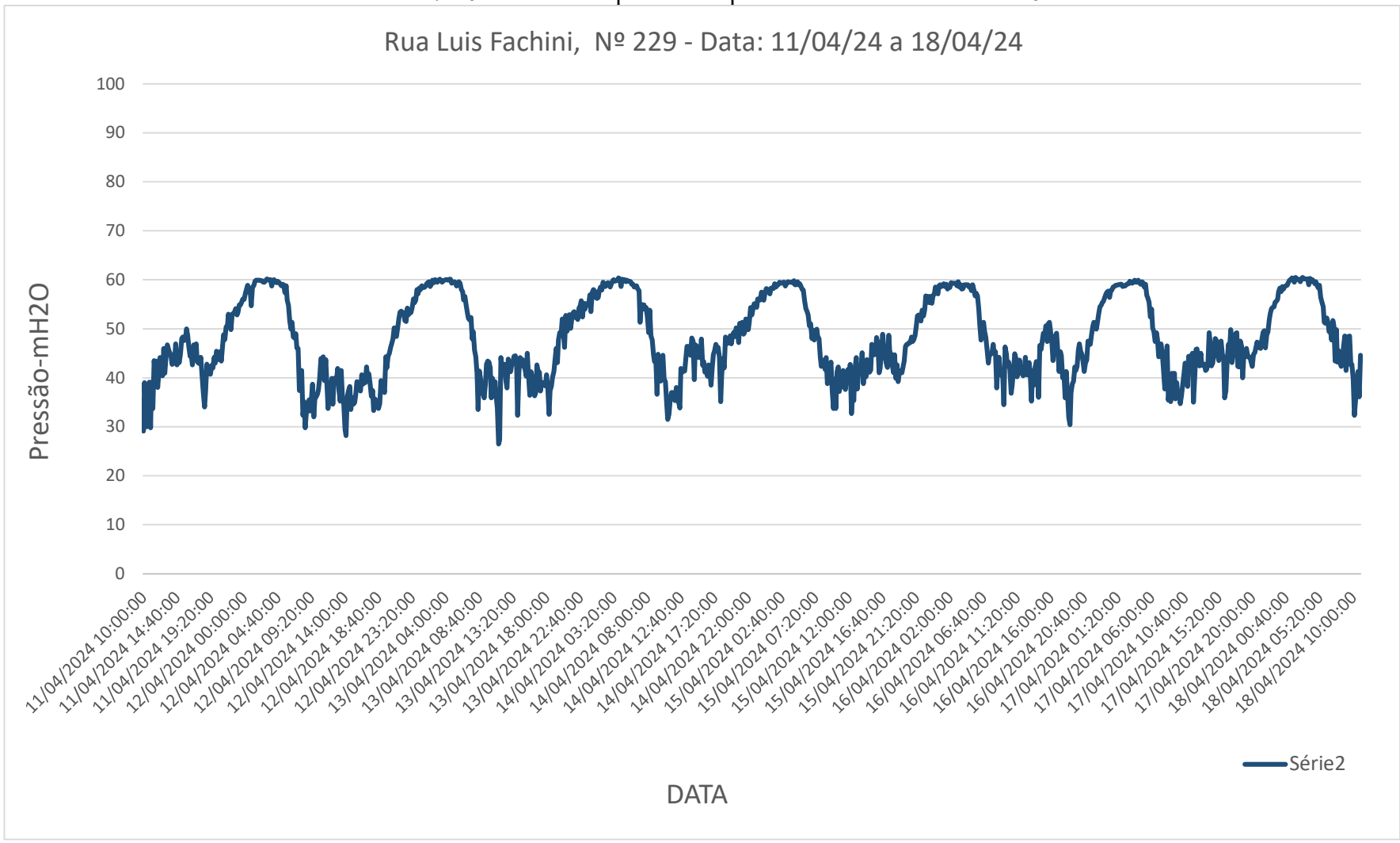


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-17 Resumo do monitoramento – Ponto 16

OBSERVAÇÕES:	Rua Luis Fachini, 229 - Residencial Doutor Hercules Pereira Hortal				
DATA INÍCIO:	11/04/2024	**HORA:**	10:00	**RESPONSÁVEL:**	Felipe Sansão
DATA FIM:	18/04/2024	**HORA:**	11:00	**RESPONSÁVEL:**	Felipe Sansão
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	60,50	(MCA)			
PRESSÃO MED:	46,90	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	26,50	(MCA)			

Gráfico 7-16 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 16



7.1.17 Ponto 17 – Avenida Lawrence Santim, 379 – Vila Paulista

Na sequência a Figura 7-33 e a Figura 7-34 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-17 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-33 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-34 Logger instalado

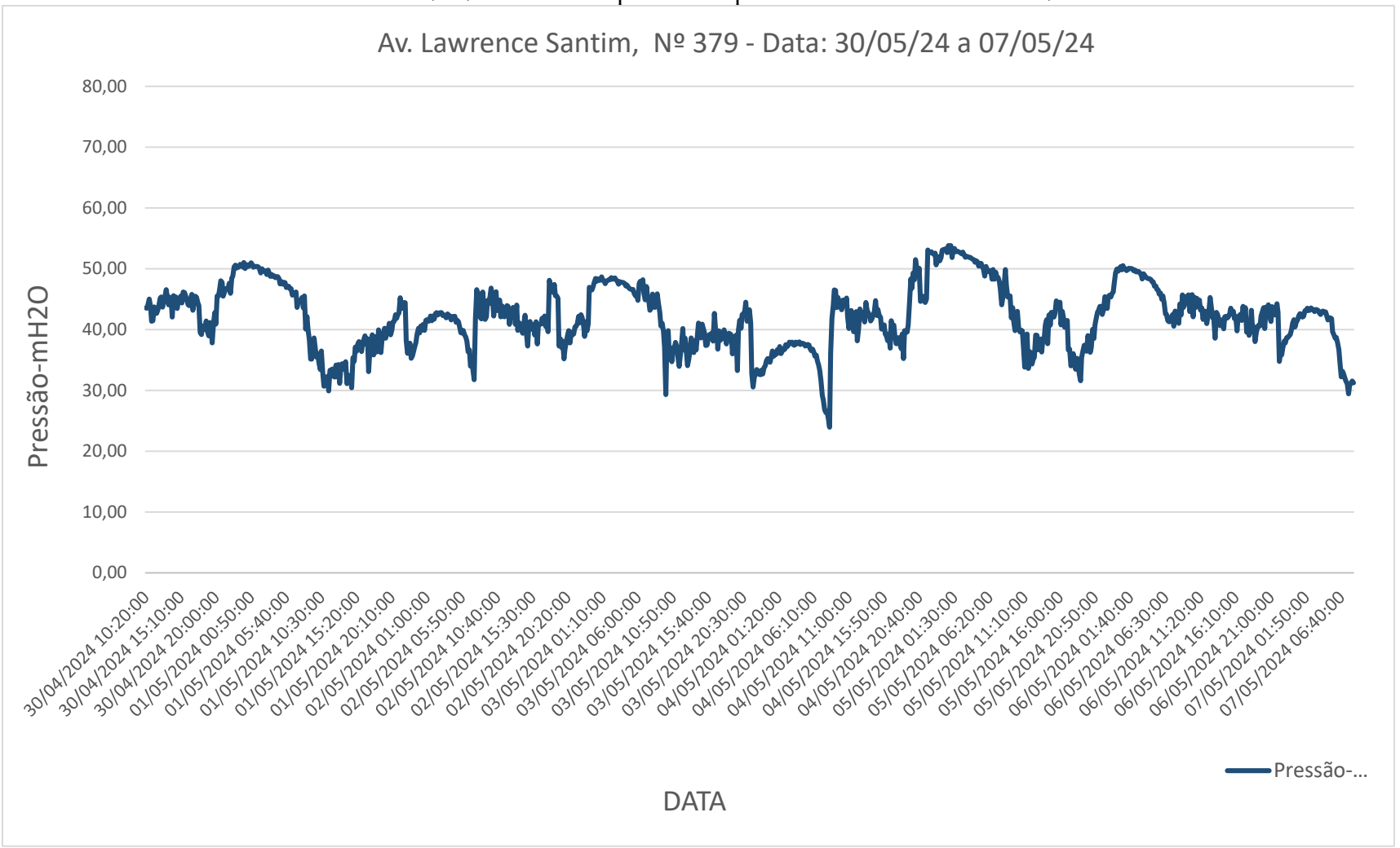


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-18 Resumo do monitoramento – Ponto 17

OBSERVAÇÕES:	Avenida Lawrence Santim, 379 - Vila Paulista				
DATA INÍCIO:	30/04/2024	**HORA:**	10:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	07/05/2024	**HORA:**	9:30	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	53,82	(MCA)			
PRESSÃO MED:	42,17	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	23,96	(MCA)			

Gráfico 7-17 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 17



7.1.18 Ponto 18 – Rua Alcindo Paolielo, 39 – Jardim das Laranjeiras

Na sequência a Figura 7-35 e a Figura 7-36 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-18 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-35 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-36 Logger instalado

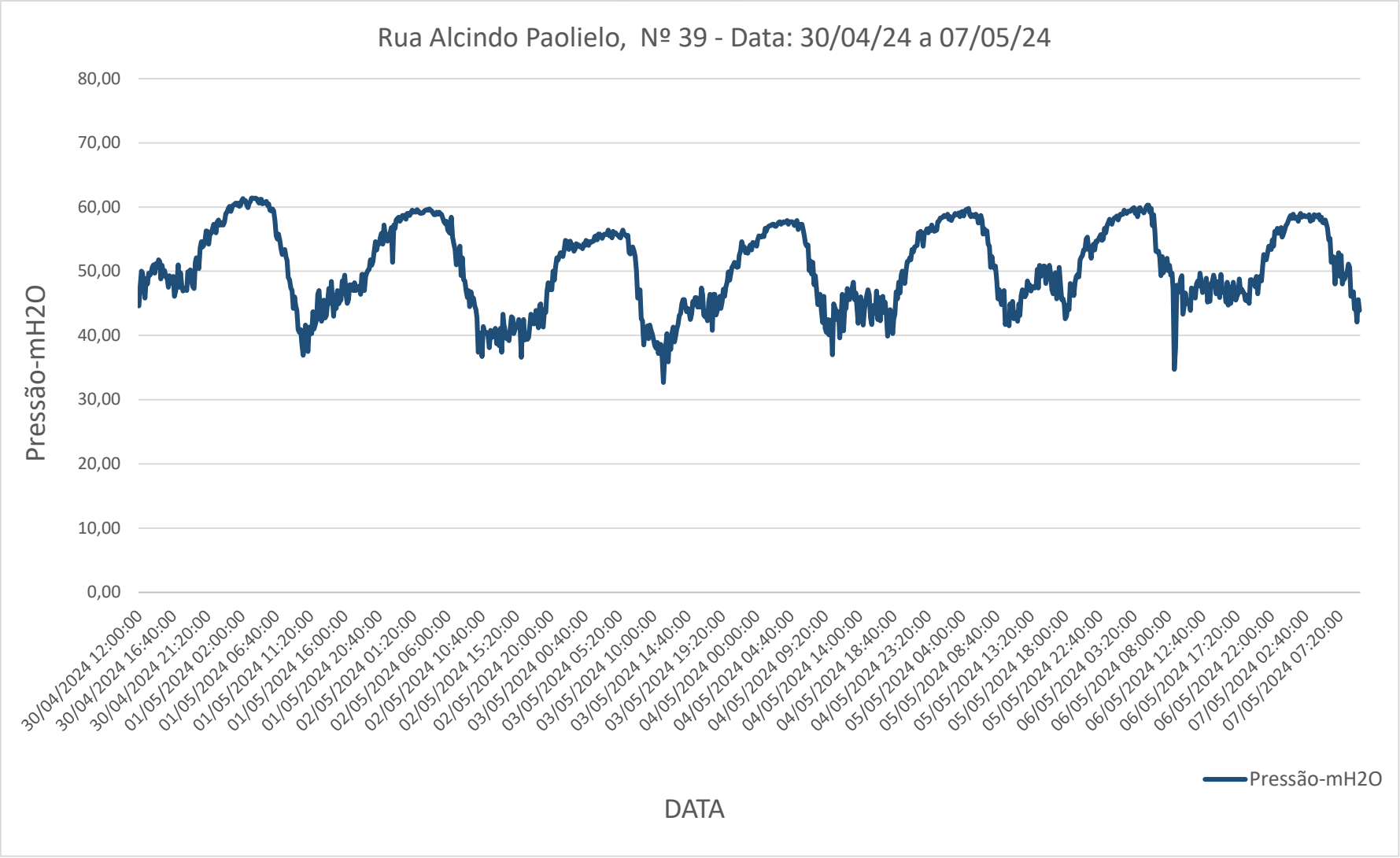


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-19 Resumo do monitoramento – Ponto 18

OBSERVAÇÕES:	Rua Alcindo Paolielo, 39 - Jardim das Laranjeiras				
DATA INÍCIO:	30/04/2024	**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	07/05/2024	**HORA:**	10:40	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	61,40	(MCA)			
PRESSÃO MED:	50,60	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	32,70	(MCA)			

Gráfico 7-18 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 18



7.1.19 Ponto 19 – Rua Benedito Henrique Folsta, 460 – Residencial Centenário

Na sequência a Figura 7-37 e a Figura 7-38 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-19 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-37 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-38 Logger instalado

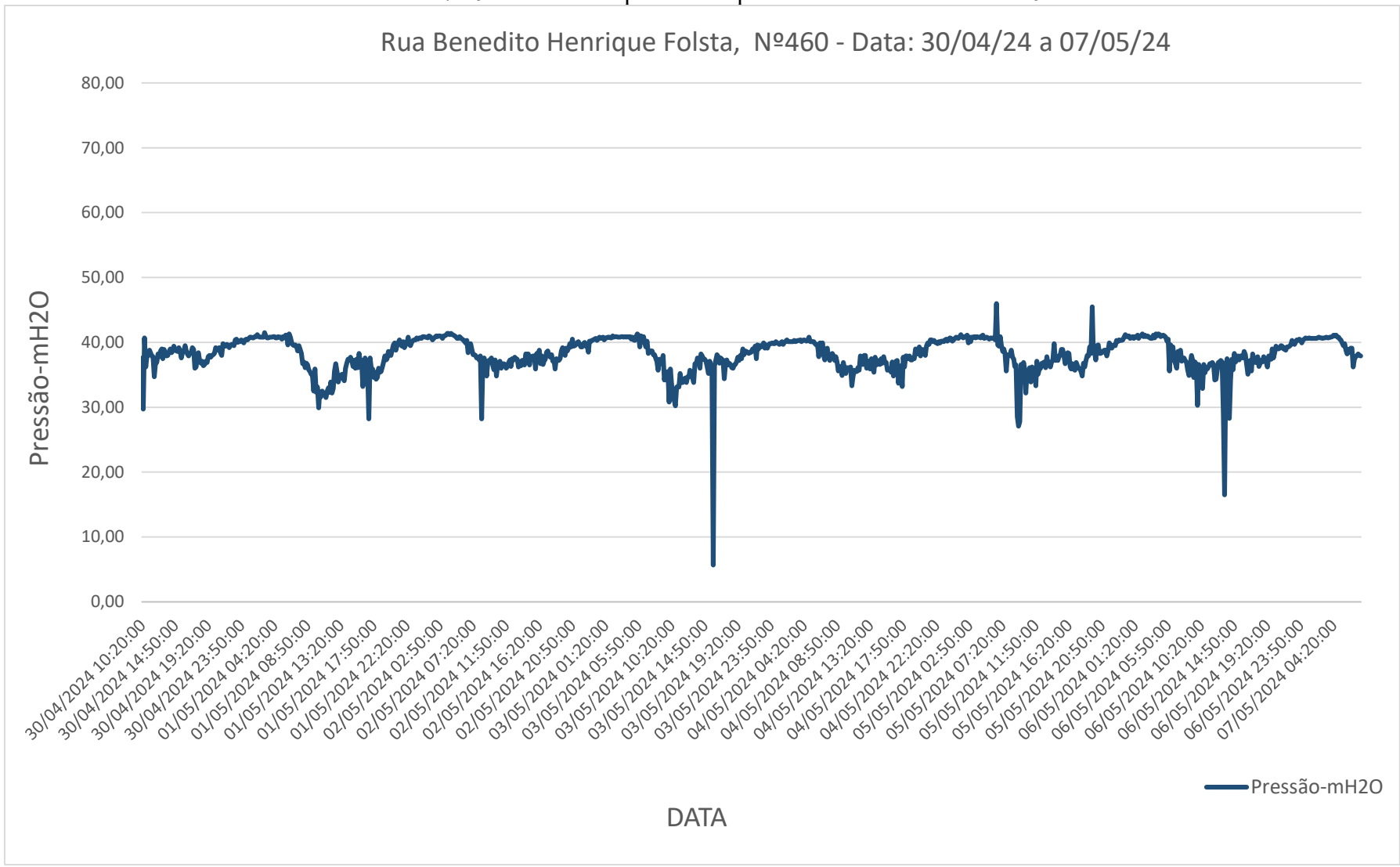


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-20 Resumo do monitoramento – Ponto 19

OBSERVAÇÕES:	Rua Benedito Henrique Folsta, 460 - Residencial Centenário				
DATA INÍCIO:	30/04/2024	**HORA:**	10:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	07/05/2024	**HORA:**	9:30	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	46,00	(MCA)			
PRESSÃO MED:	38,50	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	5,70	(MCA)			

Gráfico 7-19 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 19



7.1.20 Ponto 20 – Coronel Cândido Procópio de Oliveira, 181 – Distrito Industrial

Na sequência a Figura 7-39 e a Figura 7-40 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-20 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-39 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-40 Logger instalado

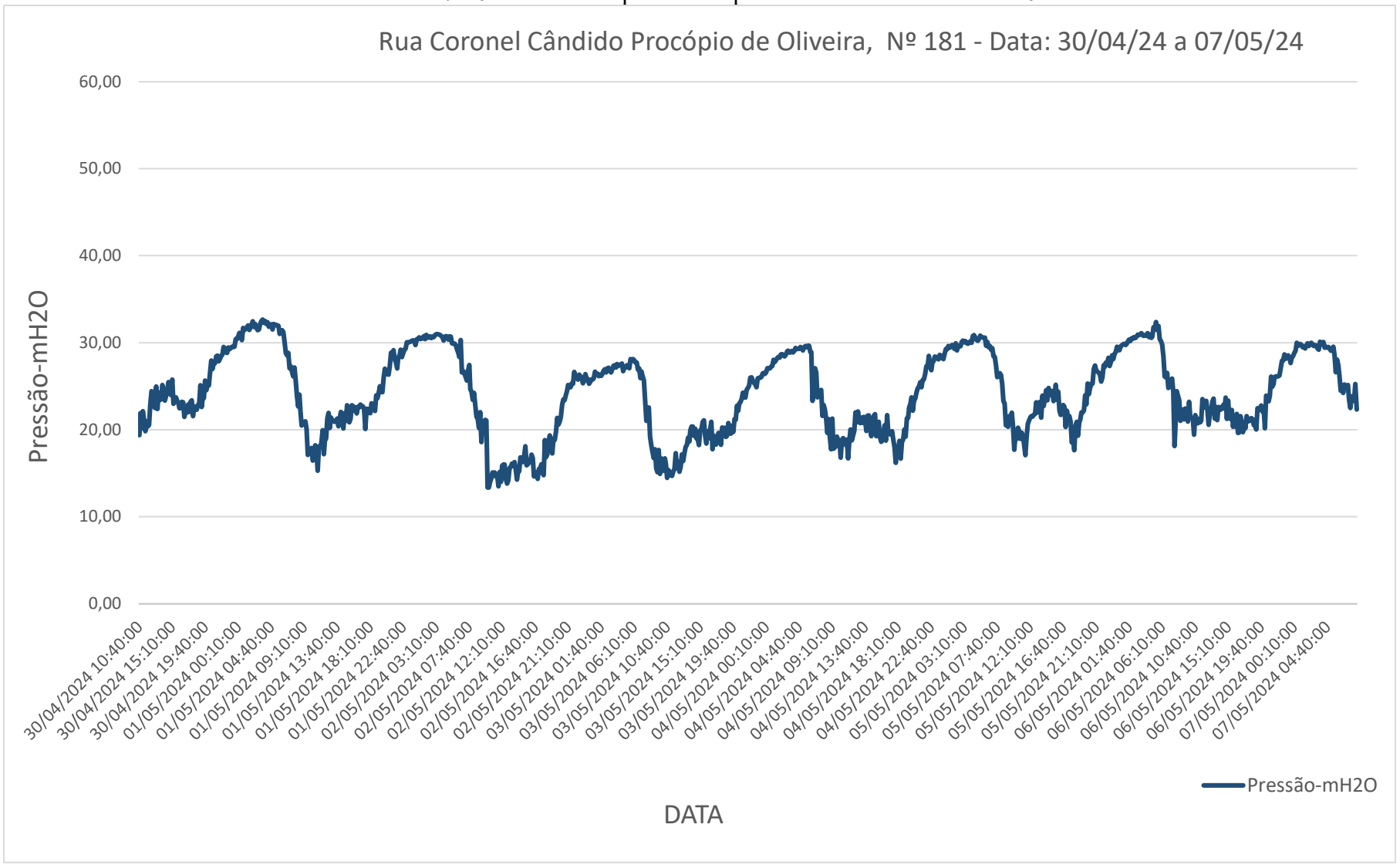


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-21 Resumo do monitoramento – Ponto 20

OBSERVAÇÕES:	Rua Coronel Cândido Procópio de Oliveira, 181 - Distrito Industrial				
DATA INÍCIO:	30/04/2024	**HORA:**	10:40	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	07/05/2024	**HORA:**	9:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	32,67	(MCA)			
PRESSÃO MED:	24,24	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	13,36	(MCA)			

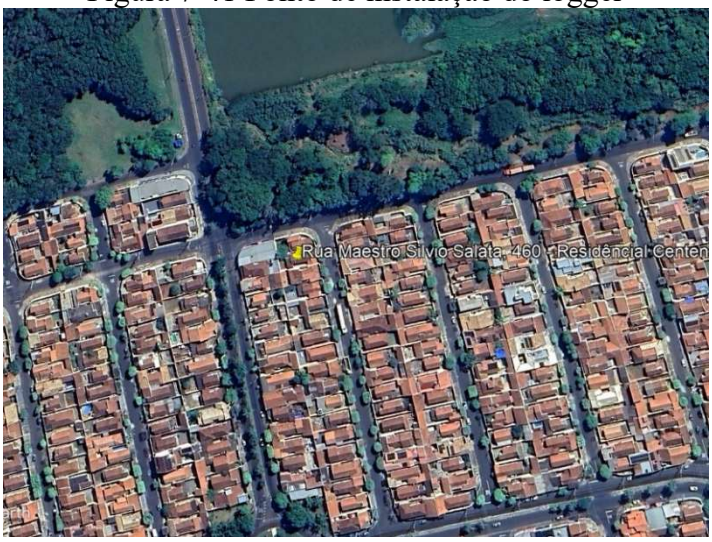
Gráfico 7-20 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 20



7.1.21 Ponto 21 – Rua Maestro Silvio Salata, 460 – Residencial Centenário

Na sequência a Figura 7-41 e a Figura 7-42 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-21 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-41 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-42 Logger instalado

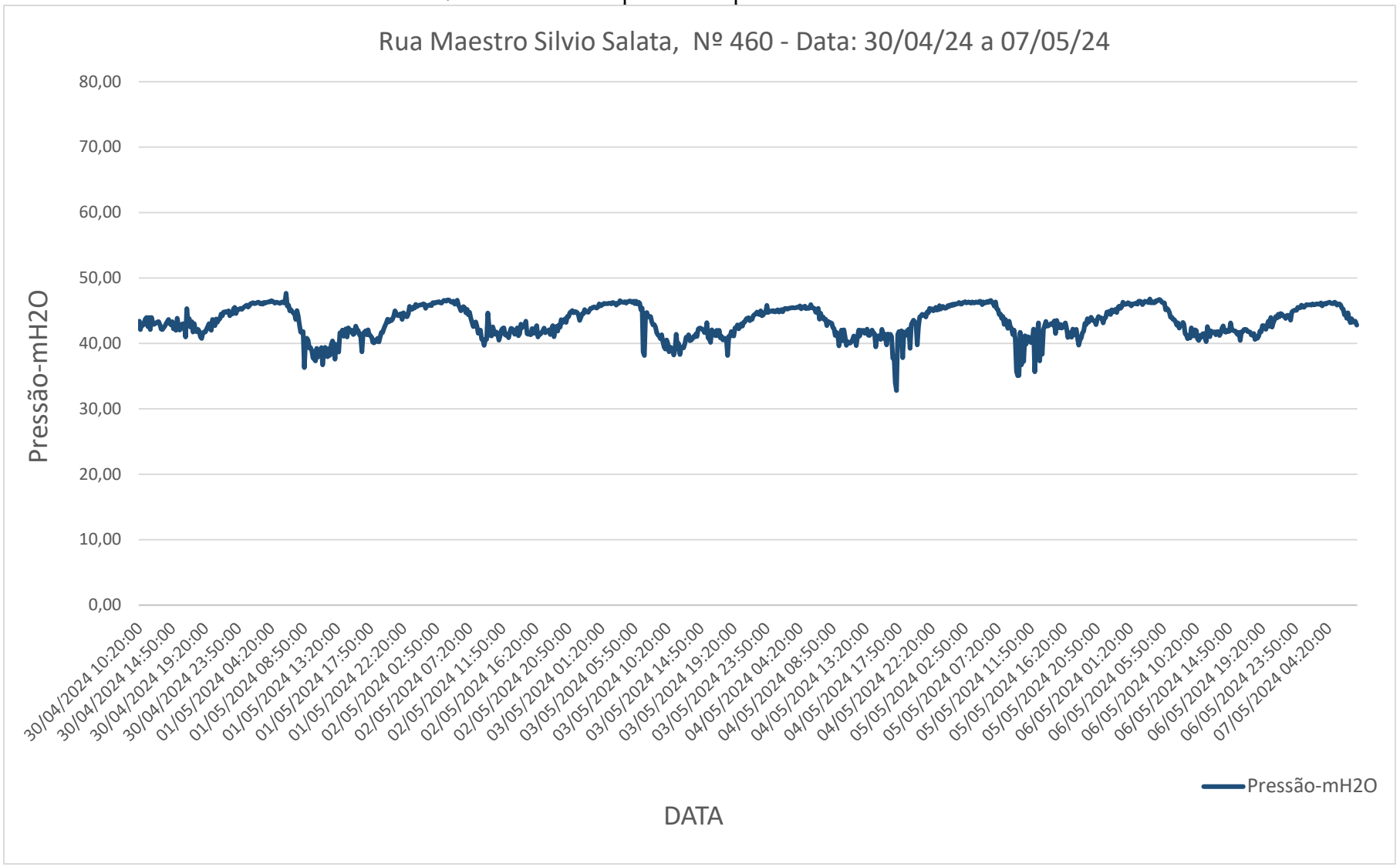


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-22 Resumo do monitoramento – Ponto 21

OBSERVAÇÕES:	Rua Maestro Silvio Salata, 460 - Residencial Centenário				
DATA INÍCIO:	30/04/2024	**HORA:**	10:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	07/05/2024	**HORA:**	9:30	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	47,69	(MCA)			
PRESSÃO MED:	43,29	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	32,82	(MCA)			

Gráfico 7-21 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 21



7.1.22 Ponto 22 – Rua Luis dos Santos, 119 – Jardim das Acácias

Na sequência a Figura 7-43 e a Figura 7-44 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-22 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-43 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-44 Logger instalado

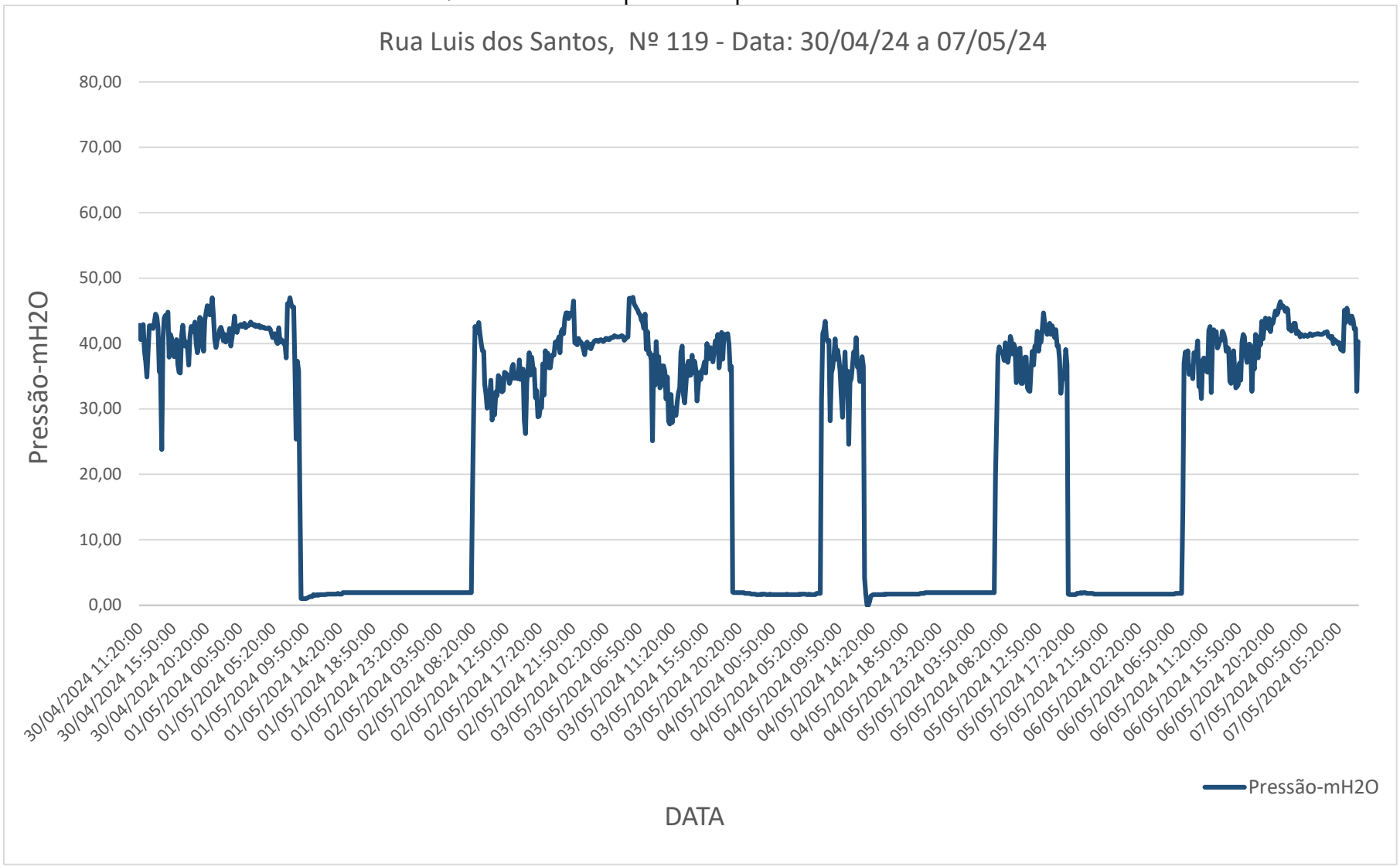


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-23 Resumo do monitoramento – Ponto 22

OBSERVAÇÕES:	Rua Luis dos Santos, 119 - Jardim das Acácias				
DATA INÍCIO:	30/04/2024	**HORA:**	11:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	07/05/2024	**HORA:**	9:50	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	47,10	(MCA)			
PRESSÃO MED:	34,40	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	0,00	(MCA)			

Gráfico 7-22 Histórico de pressão no período de sete dias - Ponto 22



7.1.23 Ponto 23 – Rua José Minholo, 308 – Residencial Bebedouro

Na sequência a Figura 7-45 e a Figura 7-46 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-23 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-45 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-46 Logger instalado

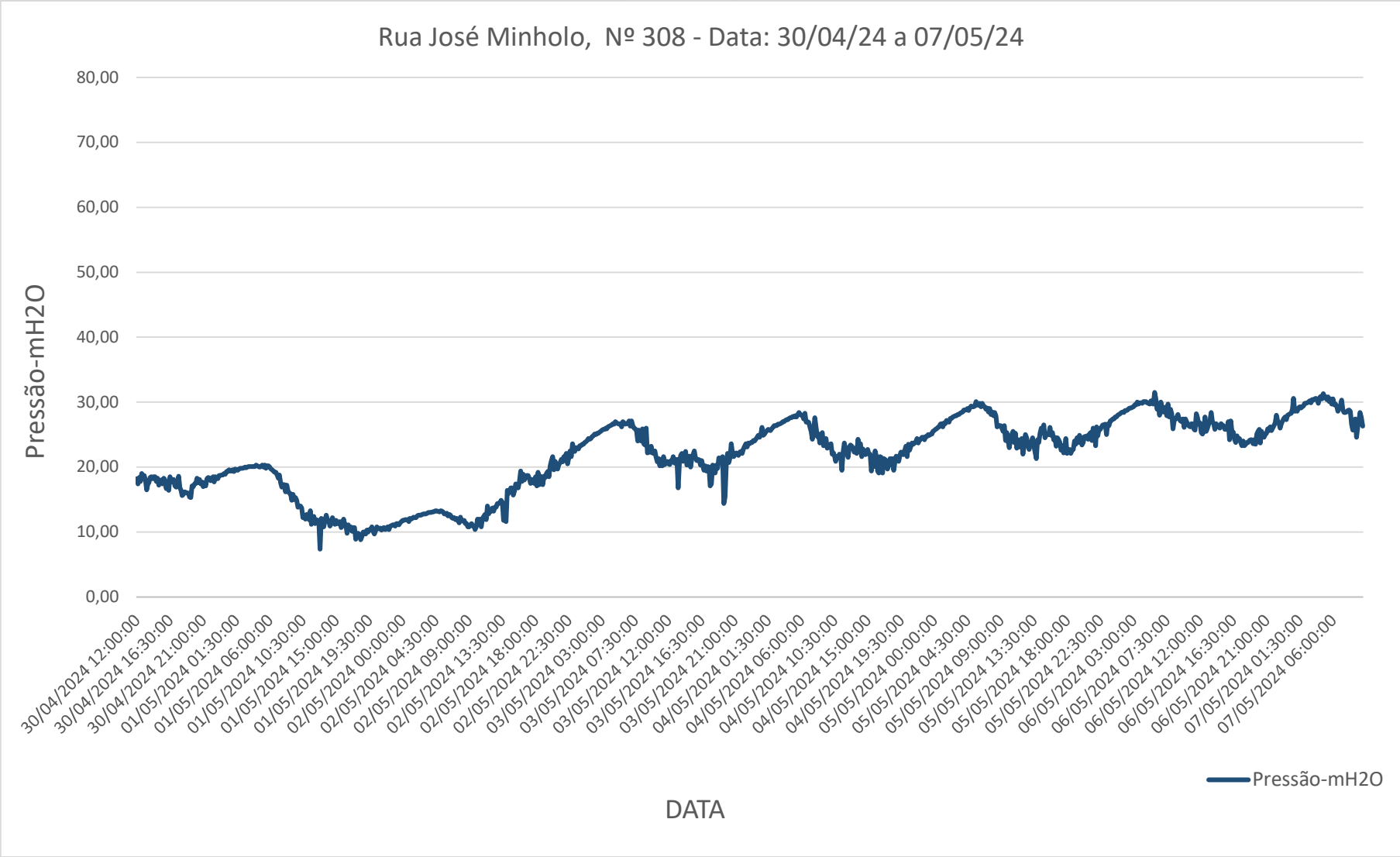


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-24 Resumo do monitoramento – Ponto 23

OBSERVAÇÕES:	Rua José Minholo, 308 - Residêncial Bebedouro				
DATA INÍCIO:	30/04/2024	**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	07/05/2024	**HORA:**	10:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	31,50	(MCA)			
PRESSÃO MED:	22,80	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	7,40	(MCA)			

Gráfico 7-23 Histórico de pressão no período de sete dias – Ponto 23



7.1.24 Ponto 24 – Av. Belmiro Dias Batista, 1126 – Jardim das Laranjeiras

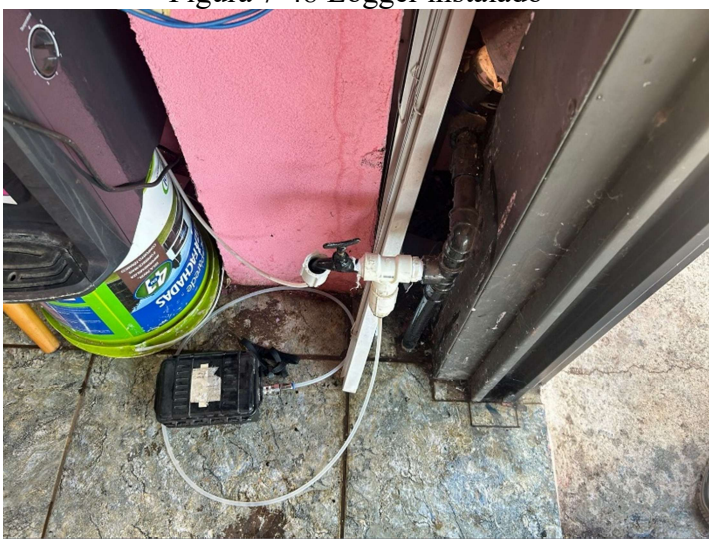
Na sequência a Figura 7-47 e a Figura 7-48 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-24 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-47 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-48 Logger instalado

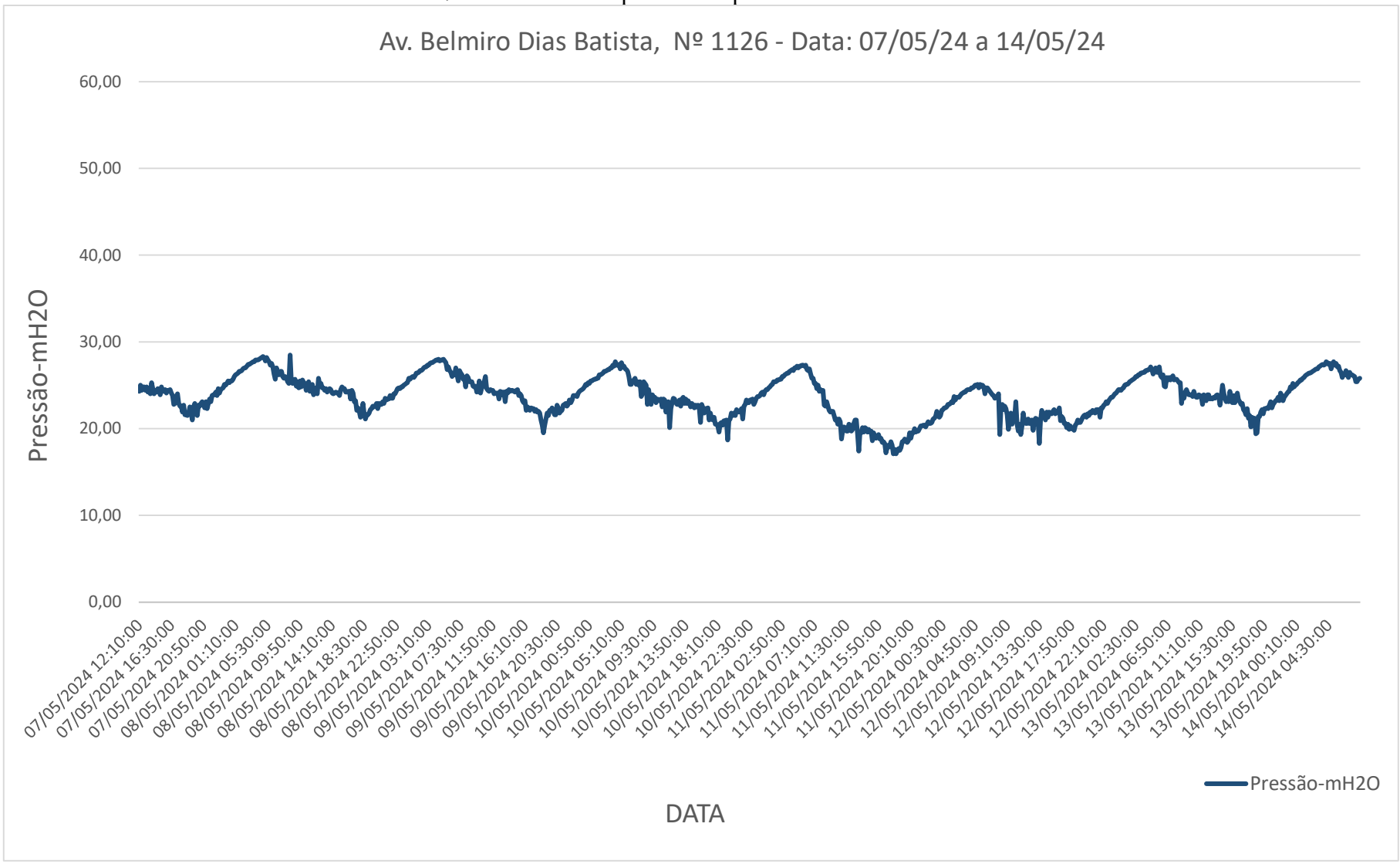


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-25 Resumo do monitoramento – Ponto 24

OBSERVAÇÕES:	Av. Belmiro Dias Batista, 1126 - Jardim das Laranjeira				
DATA INÍCIO:	07/05/2024	**HORA:**	12:10	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	14/05/2024	**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	28,50	(MCA)			
PRESSÃO MED:	24,00	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	17,10	(MCA)			

Gráfico 7-24 Histórico de pressão no período de sete dias – Ponto 24



7.1.25 Ponto 25 – Rua Augusto Garibalde, 260 – Residencial Bebedouro

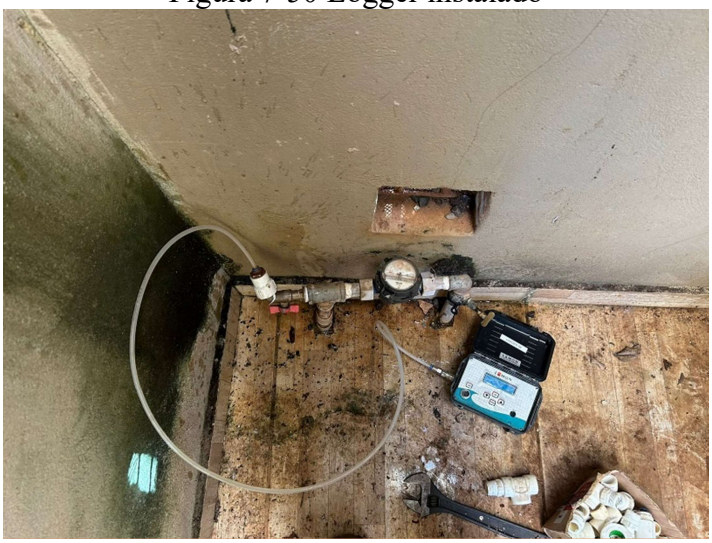
Na sequência a Figura 7-49 e a Figura 7-50 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-25 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-49 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-50 Logger instalado

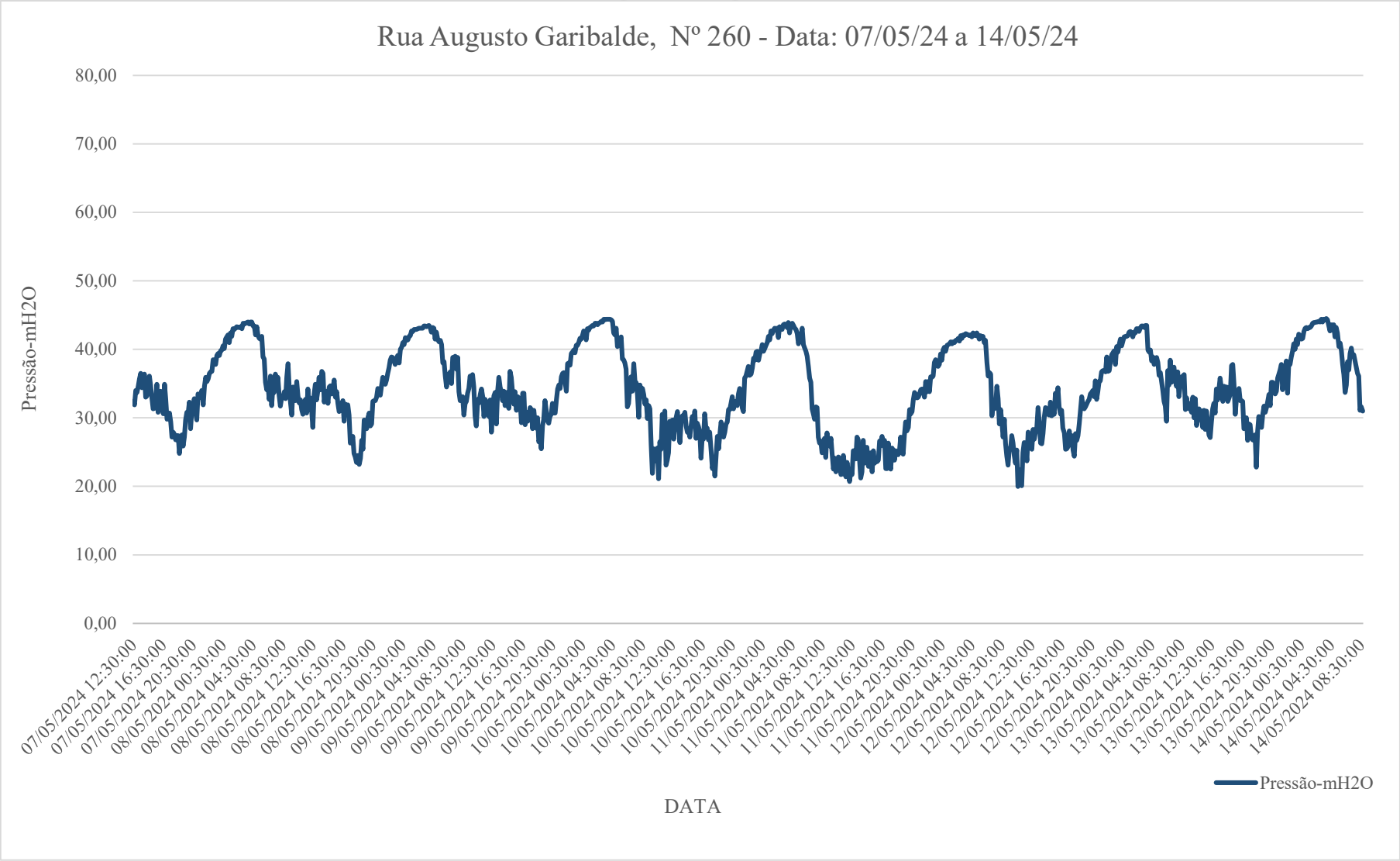


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-26 Resumo do monitoramento – Ponto 25

OBSERVAÇÕES:	Rua Augusto Garibalde, 260 - Residencial Bebedouro				
DATA INÍCIO:	07/05/2024	**HORA:**	12:30	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	14/05/2024	**HORA:**	9:40	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00				
PRESSÃO MÁX:	44,50	(MCA)			
PRESSÃO MED:	33,80	(MCA)			
PRESSÃO MÍN:	20,00	(MCA)			

Gráfico 7-25 Histórico de pressão no período de sete dias – Ponto 25



7.1.26 Ponto 26 – Rua Benedicto Antônio da Silva, 176 – Residencial Dr. Pedro Paschoal

Na sequência a Figura 7-51 e a Figura 7-52 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-26 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-51 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-52 Logger instalado

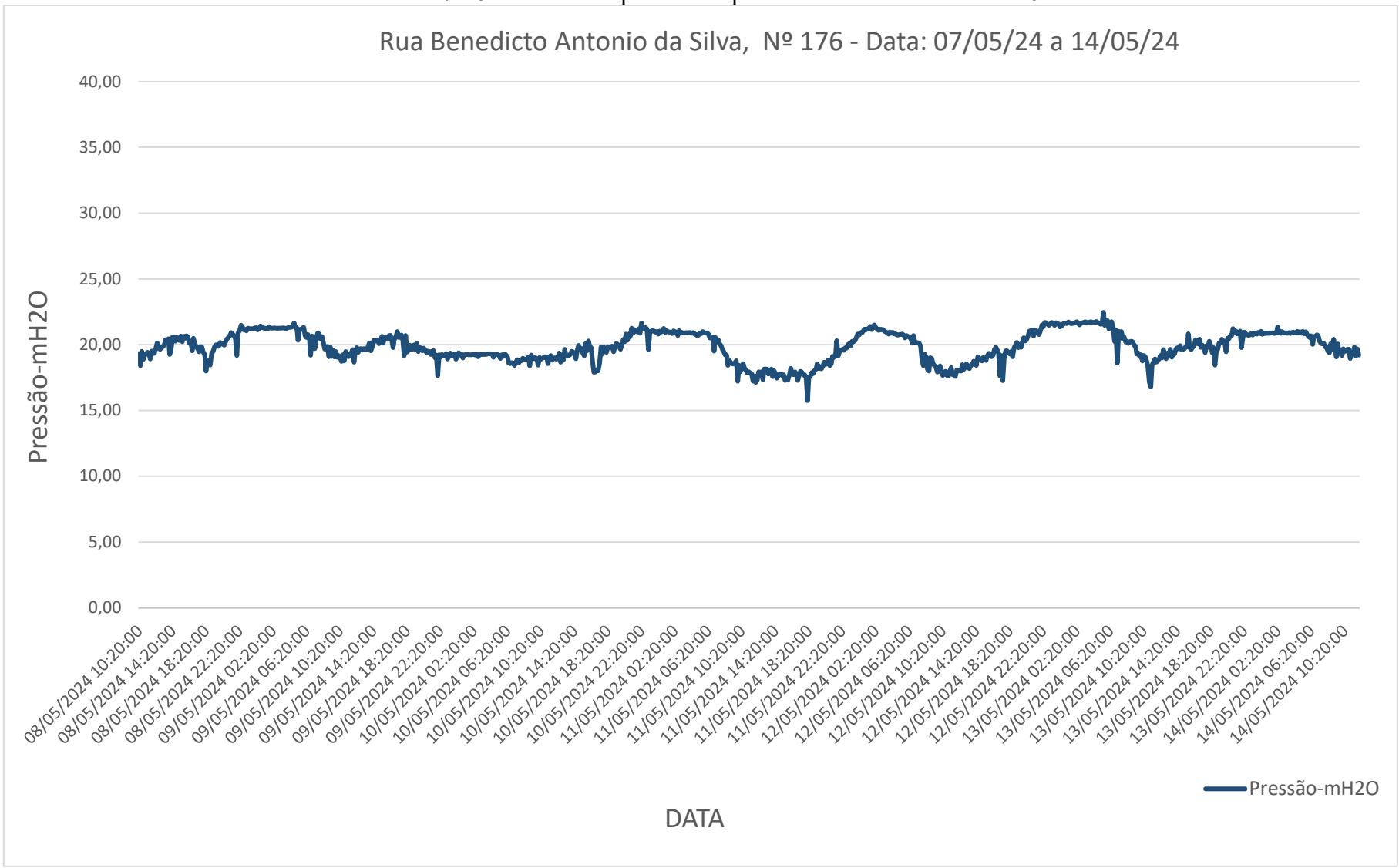


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-27 Resumo do monitoramento – Ponto 26

OBSERVAÇÕES:	Rua Benedicto Antônio da Silva, 176 - Residencial Dr. Pedro Paschoal					
DATA INÍCIO:	08/05/2024		**HORA:**	10:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	14/05/2024		**HORA:**	12:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00					
PRESSÃO MÁX:	22,46	(MCA)				
PRESSÃO MED:	19,83	(MCA)				
PRESSÃO MÍN:	15,75	(MCA)				

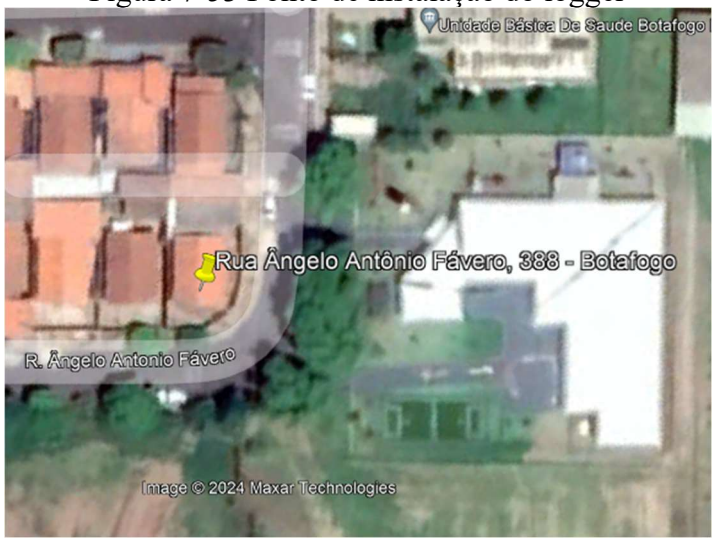
Gráfico 7-26 Histórico de pressão no período de sete dias – Ponto 26



7.1.27 Ponto 27 – Rua Ângelo Antônio Fávero, 388 – Botafogo

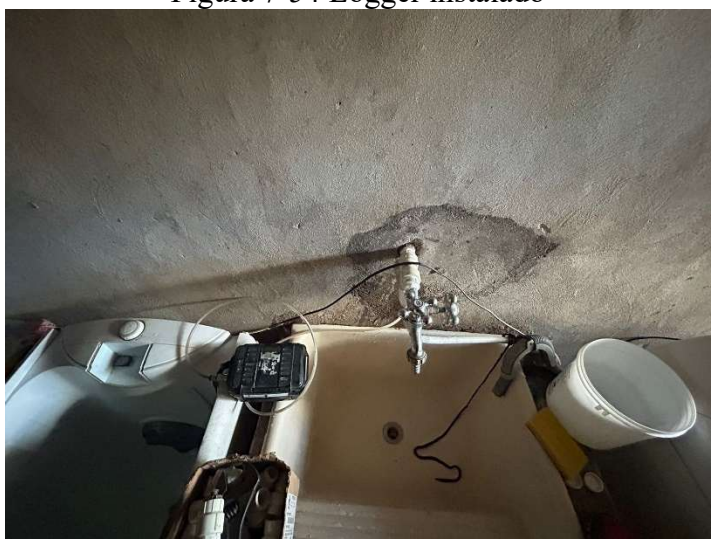
Na sequência a Figura 7-53 e a Figura 7-54 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-27 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-53 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-54 Logger instalado

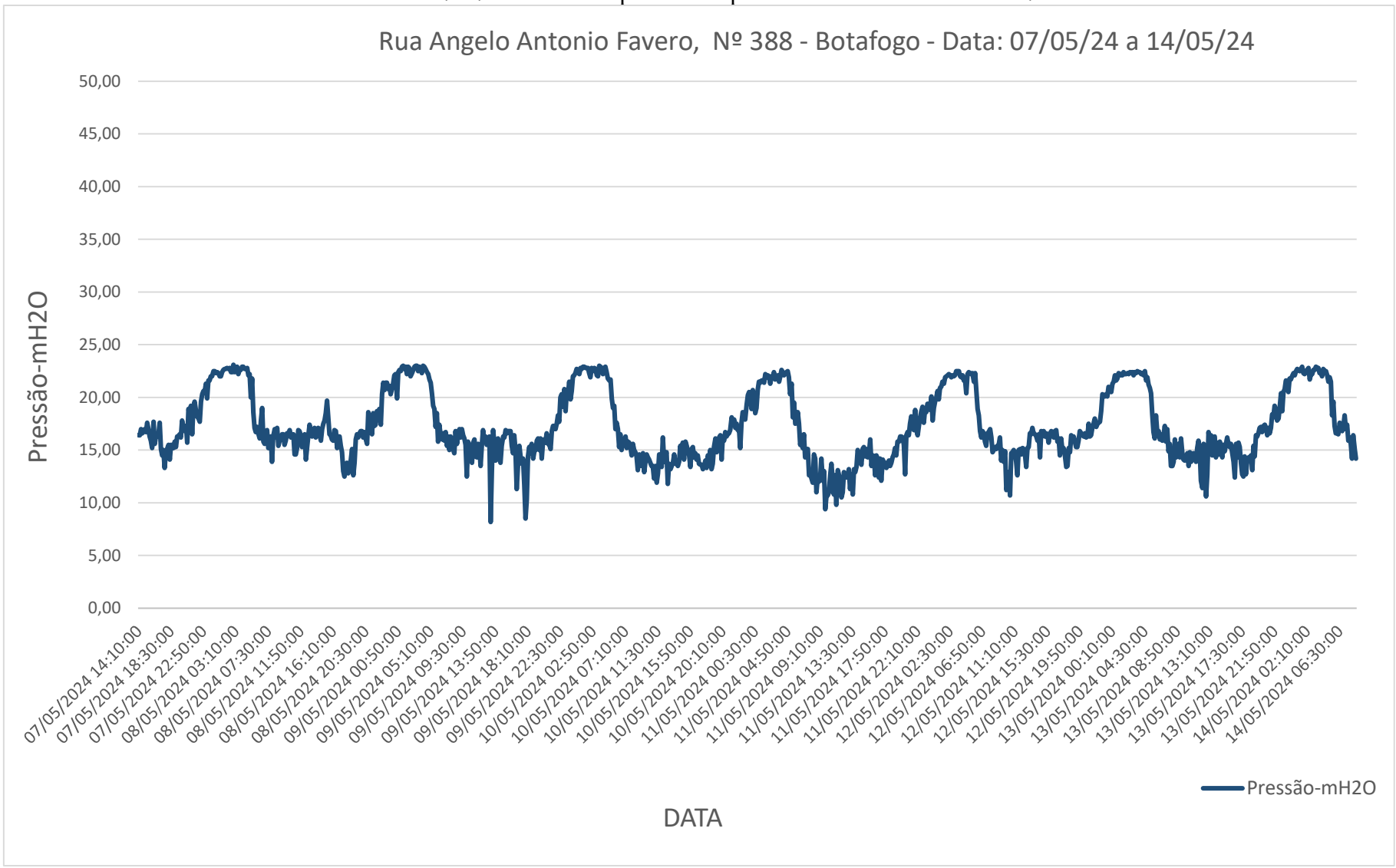


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-28 Resumo do monitoramento – Ponto 27

OBSERVAÇÕES:	Rua Ângelo Antônio Fávero, 388 - Botafogo					
DATA INÍCIO:	07/05/2024		**HORA:**	14:10	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	14/05/2024		**HORA:**	10:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00					
PRESSÃO MÁX:	23,10	(MCA)				
PRESSÃO MED:	16,50	(MCA)				
PRESSÃO MÍN:	8,20	(MCA)				

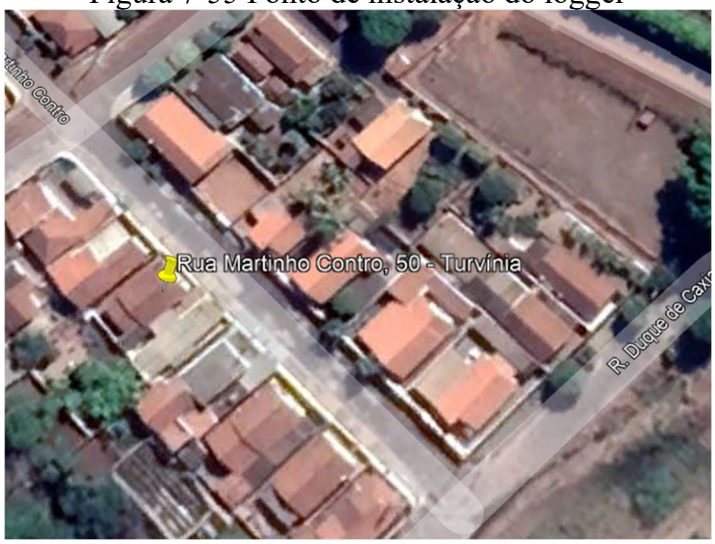
Gráfico 7-27 Histórico de pressão no período de sete dias – Ponto 27



7.1.28 Ponto 28 – Rua Martinho Contro, 50 – Turvínea

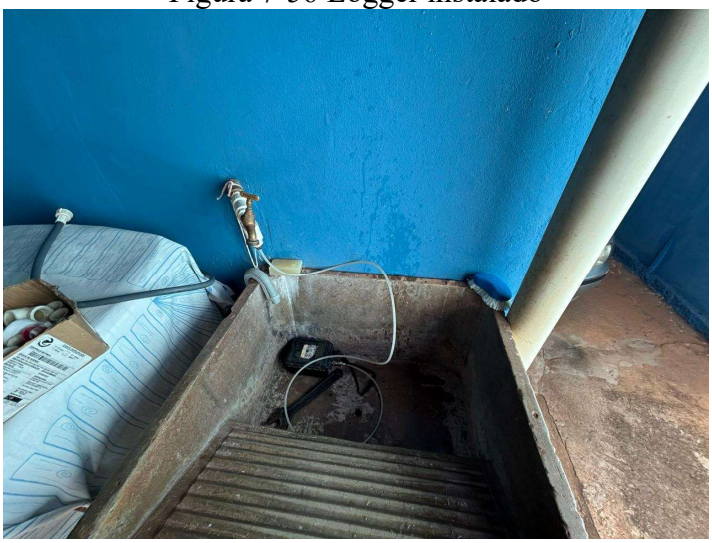
Na sequência a Figura 7-55 e a Figura 7-56 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-28 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-55 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-56 Logger instalado

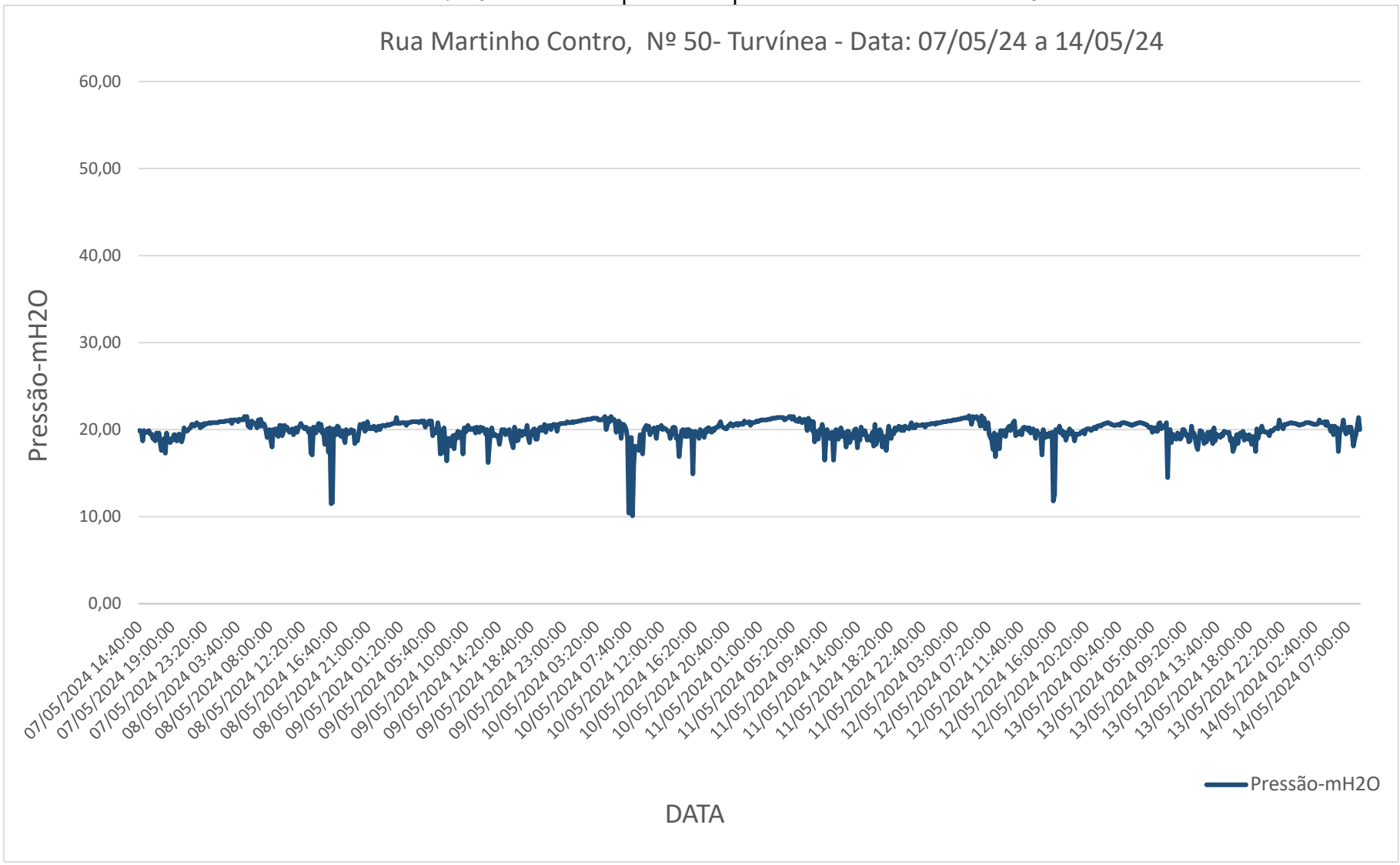


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-29 Resumo do monitoramento – Ponto 28

OBSERVAÇÕES:	Rua Martinho Contro, 50 - Turvínia					
DATA INÍCIO:	07/05/2024		**HORA:**	14:40	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	14/05/2024		**HORA:**	10:20	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00					
PRESSÃO MÁX:	21,60	(MCA)				
PRESSÃO MED:	20,10	(MCA)				
PRESSÃO MÍN:	10,10	(MCA)				

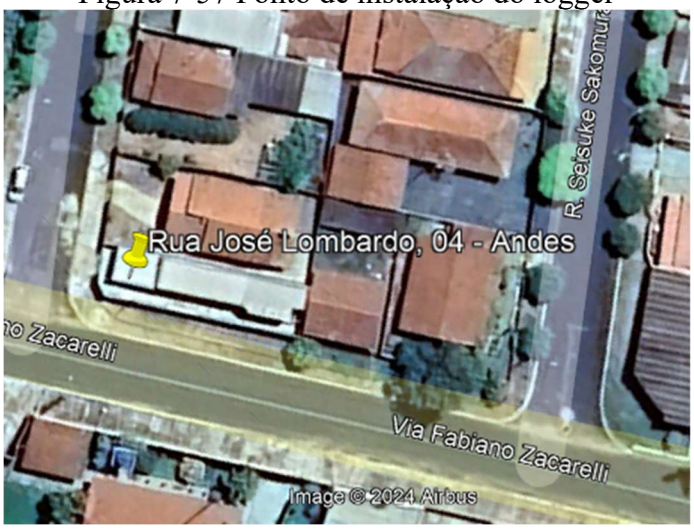
Gráfico 7-28 Histórico de pressão no período de sete dias – Ponto 28



7.1.29 Ponto 29 – Rua José Lombardo, 04 – Andes

Na sequência a Figura 7-57 e a Figura 7-58 apresentam a localização geográfica e foto da instalação do Logger referente a medição do ponto selecionado, num período de sete dias consecutivos. A seguir o Gráfico 7-29 expõe o comportamento da pressão no ponto de monitoramento.

Figura 7-57 Ponto de instalação do logger



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 7-58 Logger instalado

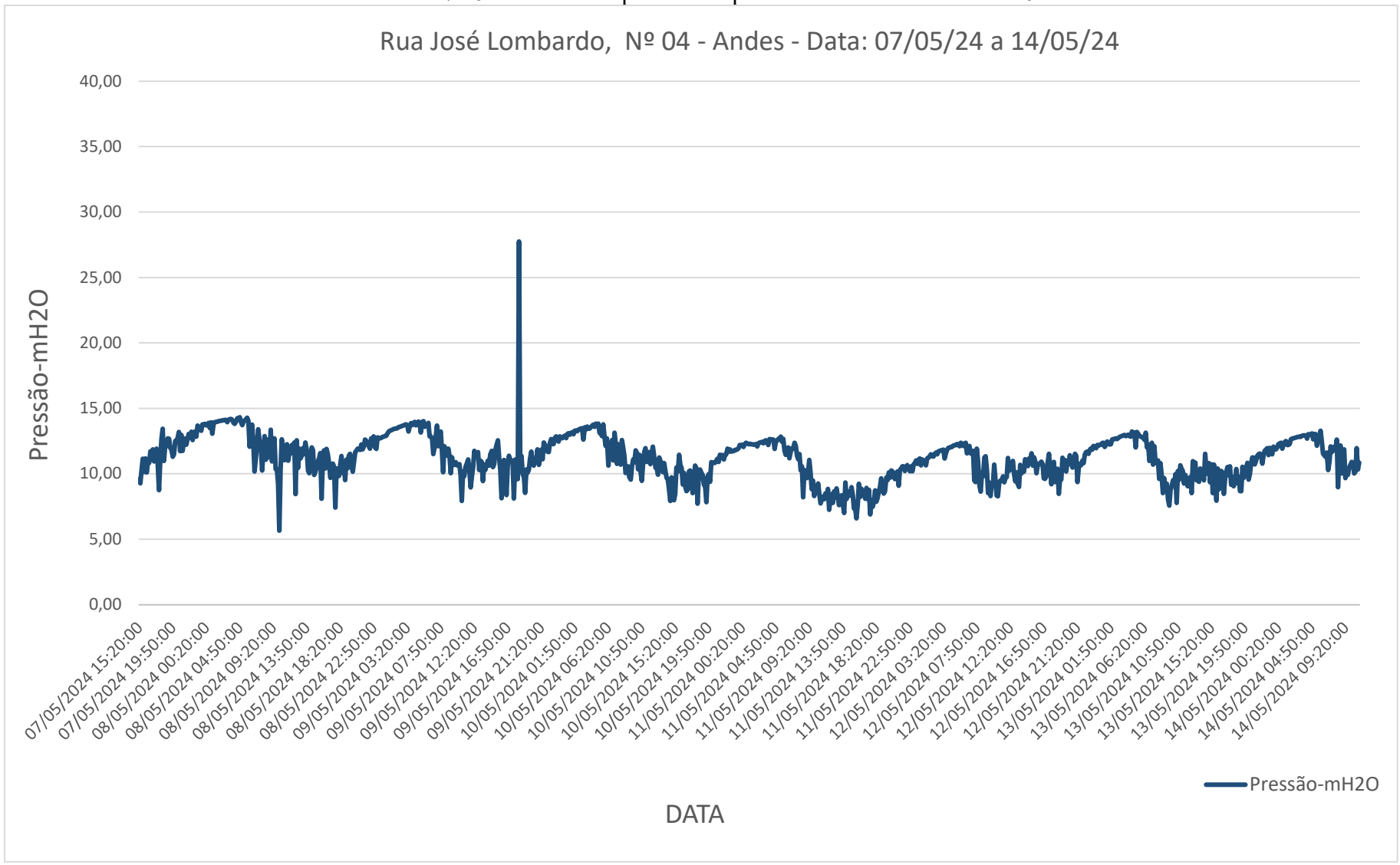


Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 7-30 Resumo do monitoramento – Ponto 29

OBSERVAÇÕES:	Rua José Lombardo, 04 - Andes					
DATA INÍCIO:	07/05/2024		**HORA:**	10:00	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
DATA FIM:	14/05/2024		**HORA:**	11:10	**RESPONSÁVEL:**	Pedro Crnkovic
INTERVALO DE MEDIÇÃO:	00:10:00					
PRESSÃO MÁX:	27,76	(MCA)				
PRESSÃO MED:	11,36	(MCA)				
PRESSÃO MÍN:	5,67	(MCA)				

Gráfico 7-29 Histórico de pressão no período de sete dias – Ponto 29



Como apresentado nos gráficos dos monitoramento e na Tabela 7-1, é possível observar a existência de diversos pontos com altas pressões, bem como baixas pressões, ultrapassando os valores admissíveis pela norma NBR 12.218, onde sugere pressões que variam entre 10 e 50 mca. Outro fato importante são as variações das pressões detectadas em um mesmo ponto de monitoramento. Vale ressaltar também a incidência de intermitência no abastecimento em alguns pontos.

8. PESQUISA DE VAZAMENTO NÃO VISÍVEIS

Conforme orientação da equipe técnica da SAAEB, atualmente uma empresa terceirizada é responsável pela execução dos trabalhos de pesquisa e reparo de vazamentos no município de Bebedouro, com coordenação conjunta da SAAEB.

Para conduzir as pesquisas, a SAAEB segue um cronograma elaborado em conjunto com a empresa terceirizada, esse cronograma utiliza dados históricos das áreas com maior incidência de vazamentos, assim como das localidades com maior pressão no sistema de abastecimento.

A supervisão das atividades é de responsabilidade dos gestores e fiscais do contrato, que mantem contato diário com a empresa terceirizada para solicitar e delimitar as áreas de pesquisa, conforme a incidência e necessidade identificadas.

8.1 PARÂMETROS BÁSICOS DE CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA

8.1.1 Nível Mínimo de Vazamento

Reduzir o número de vazamentos na rede e distribuição para é impraticável devido a limitações tecnológicas dos equipamentos de detecção e considerações econômicas relacionadas aos custos necessários para implementar uma estrutura funcional desse tipo, em comparação aos benefícios alcançados.

O nível mínimo de vazamentos aceitável agrega os vários pontos de fuga que são muito pequenos para serem descobertos pelos métodos usuais de detecção, geralmente ocorrendo nas juntas nas redes ou nos ramais prediais.

Este índice abrange o conceito de “Vazamentos Inerentes”, que são aqueles não visíveis e não detectáveis pelos equipamentos de detecção atualmente disponíveis devido as baixas vazões, comuns nas conexões e nos estágios preliminares de corrosão.

Este número deve ser ajustado para incluir um volume correspondente ao tempo mínimo necessário para repara vazamentos visíveis e um volume correspondente ao tempo aceitável para detectar e reparar vazamentos não visíveis.

Estudos recentes buscam estabelecer um padrão universalmente reconhecido para o nível mínimo de vazamentos entre diferentes áreas ou companhias de saneamento, considerando variações nas densidades de conexões, comprimentos e mateiras de

tubulação, pressões operacionais e outras condições de infraestrutura. Este padrão mínimo aceitável é conhecido como “Perda Inevitável”.

8.1.2 Vazão Mínima Noturna

No sistema de abastecimento de água, os volumes consumidos pelos clientes variam ao longo do dia e ao longo dos meses, influenciado pela sazonalidade.

Tipicamente, o pico de consumo ocorre entre 12h00 às 14h00, reduzindo gradualmente até atingir o mínimo por volta das 3h00 às 4h00 da madrugada.

Durante os períodos de vazão mínima, há uma clara correspondência com as atividades humanas que requerem água. O consumo residencial é reduzido, as operações comerciais e públicas estão suspensas, e muitas indústrias também estão inativas. É precisamente nesses momentos que se pode realizar uma avaliação precisa das vazões perdidas devido aos vazamentos na rede de distribuição. Nessas horas, tais vazamentos representam uma parte significativa das vazões medidas.

A análise da vazão mínima noturna é uma das técnicas mais empregadas para avaliar as perdas físicas, contanto que sejam observados os seguintes pontos:

- A escolha adequada do ponto de medição;
- A utilização correta dos dispositivos de medição;
- A garanta da estanqueidade da área de análise;
- O conhecimento preciso (medido e estimado) dos consumos próprios da região no momento da vazão mínima noturna com foco especial nas atividades industriais.

8.1.3 Pressão Média Noturna

O entendimento das pressões vigentes na região de estudo no momento da ocorrência da vazão mínima noturna constitui ais um recurso para o planejamento e a avaliação de vazamentos, bem como para estratégias de diminuir.

Recomenda-se que os estudos selecionem um ponto especifico na rede (representativo da pressão media noturna) para monitorar a performance do sistema (medições de pressão). Outro ponto crítico a ser considerado é aquele situado mais distante do ponto de referência de pressão ou com maior elevação, onde ocorre a menor pressão dinâmica. Este ponto é crucial nos programas de controle de pressão pois indica o potencial de redução da pressão a ser alcançado.

8.1.4 Fator de Pesquisa

Fator de Pesquisa (FP) é a relação entre a vazão mínima noturna de um DP e a sua vazão média, dada em porcentagem:

$$FP = \frac{Q_{mínima-noturna}}{Q_{média}} x100(\%) \quad (1)$$

Os estudos devem considerar a adoção de um ponto especifico na rede, que representa a pressão média durante a noite para monitorar a eficiência do sistema (medições de pressão). Outro ponto de controle relevante é o ponto crítico, localizado mais distante do ponto de referência de pressão ou em maior altitude, onde ocorre a menor pressão dinâmica. Este ponto é essencial nos programas de controle de pressão, pois indica o potencial de redução de pressão a ser alcançado.

Desta forma, quando o fator de pesquisa for superior a 0,25 (segundo experiências da AESBE e Saneago), recomenda-se a ação de pesquisa de vazamento não visível no setor de análise, quando esse fator superar 0,50 existe uma grande probabilidade de existirem vazamentos significativos no local.

Na sequência é apresentada um modelo dos serviços de pesquisa de vazamentos que podem ser implantadas no sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro.

8.2 PROGRAMAÇÃO DOS SERVIÇOS DE PESQUISA DE VAZAMENTOS

Todo Plano Diretor de Perdas de Água inclui medidas intensivas para o combate dos vazamentos, tanto visíveis quanto invisíveis. Estudos indicam que, na maioria das empresas, os vazamentos em ramais e cavaletes representam uma proporção significativa, aproximadamente 70% e 30%, respectivamente, em relação a rede de distribuição.

Diversos fatores contribuem para o surgimento de vazamento. Abordar esses fatores de maneira eficaz pode reduzir sua ocorrência substancialmente, limitando-os principalmente aos causados por desgaste das tubulações ou condições externas aos sistemas, os quais também podem ser gerenciados. A seguir, são detalhados os principais fatores envolvidos.

- Pressão Alta

A pressão pode aumentar a quantidade das perdas de um sistema, interferindo em diversos aspectos, conforme descritos na sequência:

- Frequência de vazamentos: O aumento da pressão, pode provocar o aumento de vazamentos, num período relativamente pequeno de tempo. Da mesma forma, uma redução na pressão pode diminuir a quantidade de rompimento nas tubulações, impedindo vazamentos futuros.
- Localização dos vazamentos: Pressões elevadas aumentam o valor das perdas por vazamentos e facilitam o seu aparecimento, ao passo que pressões menores permitem que o vazamento infiltre no solo não aflorando. Enquanto não são identificados os vazamentos não visíveis, impactam negativamente o fornecimento de água, e também podem erodir o solo, afetando infraestruturas como pavimentos e vias públicas.

Uma estratégia utilizada para controlar a pressão consiste na instalação de válvulas redutoras de pressão, que podem ser ajustadas para alcançar níveis desejados, tanto fixos quanto variáveis conforme os períodos de maior demanda. Embora eficaz, sua aplicação requer uma avaliação cuidadosa de cada situação antes da implementação. Em regiões com altos índices de vazamentos, tanto visíveis quanto invisíveis, é fundamental identificar os pontos mais frequentemente afetados. Isso possibilita controlas os vazamentos ao ajustar as válvulas para reduzir a pressão. A detecção de vazamentos invisíveis torna – se particularmente desafiadora, especialmente se as condições das tubulações forem precárias. Nesses casos, uma análise detalhada previa a instalação das válvulas é essencial, uma vez que os vazamentos, embora menos perceptíveis, podem persistir.

- Deterioração das tubulações

A corrosão interna é frequentemente mais agressiva em águas suaves de regiões de planalto. As tubulações metálicas são especialmente suscetíveis a deterioração nesse contexto.

Por outro lado, a corrosão externa pode ser desencadeada por várias causas, incluindo diferenças de potencial entre o solo e a tubulação, corrosão bimetálica, variações nas concentrações de sais dissolvidos no solo e ação microbiana. Os danos causados pela corrosão externa são comparáveis aos observados na corrosão interna.

- Qualidade da execução dos serviços

Numerosos vazamentos resultam da qualidade da execução dos serviços, especialmente nas conexões entre materiais.

Portanto, é essencial realizar uma fiscalização rigorosa durante a execução dos serviços e, sempre que viável, realizar um teste de estanqueidade na rede antes de proceder ao fechamento das valas.

8.3 MÉTODO DE PESQUISA DE VAZAMENTOS ADOTADO

São diversas metodologias para a detecção de vazamentos não visíveis, que incluem desde inspeções básicas de galerias pluviais até o uso de registradores de ruídos como data loggers para monitoramento continuo de vazamentos.

O método de varredura total do sistema com geofonamento consiste na detecção de vazamentos utilizando uma haste de escuta que percorre cada cavalete do sistema de abastecimento de água. Em seguida, aplica-se o geofonamento nas redes de distribuição e adutoras, seguindo pela confirmação do vazamento através de correlacionadores de ruídos.

A pesquisa de vazamentos não visíveis com equipamentos específicos consiste na detecção de ruídos gerados pela passagem da água pressurizada através de danos nas tubulações, como fissuras, fendas ou rupturas. Para garantir a eficácia do trabalho, é crucial observar os pré-requisitos e utilizar métodos adequados.

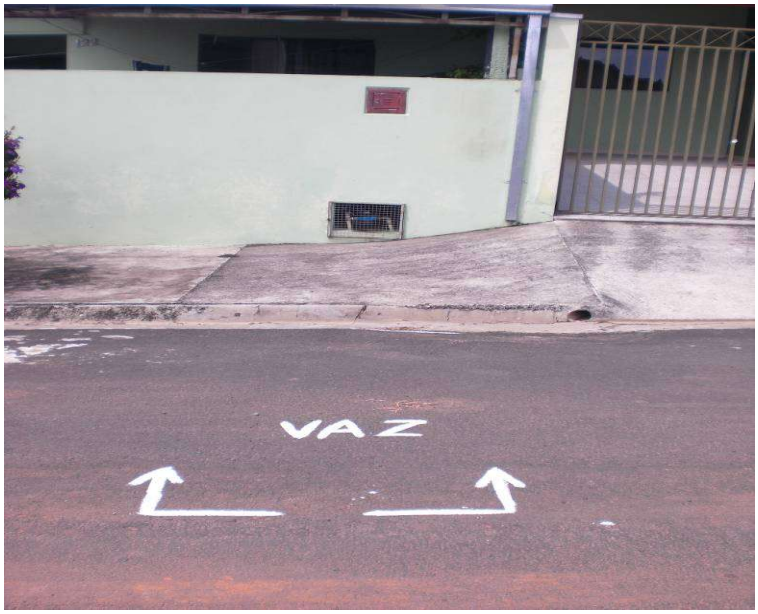
Após definir as áreas onde serão realizadas as pesquisas de vazamentos, o projeto é iniciado com as seguintes ações:

- Medição das vazões e pressões máximas e mínimas;
- Preparação das plantas cadastrais;
- Escuta de ruídos nos cavaletes;
- Confirmação dos ruídos;
- Localização das tubulações;
- Correlação de ruídos de vazamentos;
- Demarcação dos vazamentos com tinta nos locais;
- Atividades de escritório com preenchimento de formulários;
- Acompanhamento dos reparos; e

- Relatórios com resultados obtidos.

Na sequência são apresentados, da Figura 8-1 a Figura 8-8, alguns vazamentos detectados pela empresa Novaes em outros municípios.

Figura 8-1 - Demarcação com tinta branca no local onde foi detectado vazamento não visível



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-2 - Retroescavadeira abrindo o local do vazamento não visível



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-3 - Localização do vazamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-4 - Furo na rede que causou o vazamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-5 – Isolamento e sinalização da área de reparo de vazamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-6 – Substituição de ramal com vazamento



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-7 - Localização do vazamento não visível



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-8 - Localização do vazamento no ferrolhe



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.4 PROCEDIMENTOS DE CAMPO PARA DETECÇÃO DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS

Previamente deve ser checado se todos os equipamentos e materiais necessários nos trabalhos de pesquisa estão disponibilizados à equipe. Para os equipamentos eletrônicos, verificar também se as condições de carga (baterias) estão garantidas.

Durante as operações de campo, é necessário verificar inicialmente se não há interrupção no fornecimento de água na área a ser pesquisada. Além disso, deve-se realizar medições da pressão na rede de distribuição em diferentes momentos do dia, utilizando manômetros caibrados. Recomenda-se uma pressão mínima de 1,5 kgf/cm² (15 m.c.a.).

A equipe de pesquisa de vazamentos deve iniciar suas atividades de campo seguindo uma rota pré-determinada, devidamente equipada com uniformes adequados e toda infraestrutura necessária para operação, Equipamentos de Proteção Individual (EPI), meio de transporte, combustível e ferramentas de trabalho.

-Haste de Escuta

Na primeira etapa de detecção de ruído de vazamentos, todos os pontos acessíveis da tubulação devem ser investigados, incluído cavaletes, hidrantes, registros, válvula, tubulações expostas e registros de passeio, se presentes, utilizando uma haste de escuta. Quando possível, deve-se caminhar ao longo de um lado da rua e observar cuidadosamente a possível presença de vazamentos visíveis na rede, nos ramais e nos cavaletes.

É importante registrar as residências cujo os cavaletes não puderem ser investigados, indicando o motivo (portão fechado, morador ausente, etc.). Também é essencial verificar o estado das válvulas (localização não identificada, obstruída, inundada, etc.), fazendo anotações correspondentes no mapa cadastral.

Ao detectar um ruído suspeito no cavalete, é crucial verificar se não há passagem de água através do hidrômetro fechando o registro de forma segura (certificando-se de que está vedado), pois um pequeno vazamento na tubulação interna do imóvel pode produzir ruído semelhantes aos vazamentos externos.

Todos os trechos de rede não metálicos com pontos de contato distantes mais de 20 metros, ou trechos de redes metálicos com pontos de contato distante mais de 35

metros, assim como todas as travessias, independentemente do material da rede, devem ser registrados para futuras investigações com geofone e/ou correlacionador.

Após identificar um número significativo de pontos suspeitos, a pesquisa continua com o uso de geofone eletrônico ou mecânico, correlacionador de haste de perduração ou perfuratriz.

-Geofone

A segunda etapa da pesquisa utiliza o geofone eletrônico para investigar todos os pontos suspeitos identificados durante a fase anterior com haste de escuta, além das redes de distribuição com pontos de contato (cavaletes distantes, anéis de distribuição, travessias, etc.) O geofonamento é realizado posicionando o sensor a cada aproximadamente 1,5 metro ao longo da superfície onde a tubulação está enterrada. Ao detectar um ruído suspeito, a investigação é intensificada para identificar o ponto potencial de vazamento. Se houver interferência excessiva de ruído durante o dia, a pesquisa deve ser realizada durante a noite.

O geofone mecânico, por outro lado, é um equipamento de escuta com desempenho limitado, sem filtros ou amplificação de ruído. Na falta de geofone eletrônico, pode ser utilizado, requerendo alta sensibilidade por parte do operador.

-Correlacionador de Ruído

É empregado após o uso da haste de escuta e/ou geofone. Ele representa uma ferramenta fundamental para localizar e/ou confirmar vazamentos em casos onde os outros equipamentos não tenham fornecido conclusões definitivas.

- A correlação deve ser realizada obedecendo-se ao seguinte procedimento:
- Escolher dois pontos para colocação dos sensores de modo que o suposto vazamento esteja entre os sensores;
- Os pontos escolhidos devem ser limpos cuidadosamente com a utilização de escova de aço ou lixa, a fim de proporcionar o melhor contato possível do sensor;
- Para tornar este contato ainda melhor, caso necessário, deve-se utilizar adaptadores apropriados;
- Escolher os sensores adequados para tubulação metálica ou para tubulação não metálica; e
- Montar os pré-amplificadores e regulá-los de modo que o ponteiro fique no terço médio.

O correlacionador opera de forma ágil, fornecendo uma resposta em poucos segundos, desde que os dados necessários sejam inseridos. Frequentemente, é necessário tempo adicional para obter informações detalhadas sobre a tubulação, como seu comprimento entre os sensores. O processo de localização de um vazamento pode exigir múltiplas operações com o correlacionador, utilizando diversos pares de pontos que abrangem a área afetada pelo vazamento. É essencial inserir os dados da tubulação no correlacionador conforme as solicitações que aparecem na tela:

- Material: a entrada do material da tubulação será feita sempre a partir do sensor de referência;
- Diâmetro da tubulação;
- Comprimento real da tubulação, medido com roda de medição ou trena.

Ao utilizar o correlacionador, é crucial verificar se ambos os sensores estão detectando o ruído de vazamento. Após essa verificação preliminar, o processo de correlação é iniciado.

Na tela, um gráfico será exibido com um pico se o correlacionador identificar que o mesmo ruído está sendo captado pelos dois sensores e transmitido ao equipamento.

É importa ressaltar que a simples detecção de um pico não indica necessariamente a presença de um vazamento. Este pico pode ser resultado de uma derivação, válvula parcialmente fechada, conexão clandestina ou consumo elevado em um ramal entre sensores. Portanto, é essencial realizar uma investigação minuciosa das possíveis interferências e repetir o processo de correlação, movendo um ou ambos os sensores de posição conforme necessário.

Quando os dados inseridos no correlacionador são precisos, o equipamento processa as informações recebidas e indica com precisão a localização do vazamento. Utilizando uma trena ou roda de medição, a distância é determinada e o local do vazamento é marcado adequadamente.

-Confirmação e Marcação do Vazamento

O ponto de vazamento indicado pelos equipamentos pode ser confirmado com a aplicação da barra de perfuração (ou perfuratriz).

Após a definição do ponto de vazamento, é essencial registra-lo na planta cadastral e marcar fisicamente o local com tinta não lavável. Caso o local não seja pavimentado, a marcação do ponto deve ser feita por meio de um croqui de referência.

-Confirmação do Cadastro da Tubulação

Se houver incertezas quanto a localização precisa da rede investigada, recomenda-se o uso de locadores de tubulações por meio de massa metálica.

-Registro do Ensaio

Cada vazamento identificado deve ser documentado em relatório específico. O relatório deve incluir, no mínimo, as informações conforme explicadas no modelo subsequente.

-Manuseio dos Equipamentos

Antes de iniciar os trabalhos de campo, é crucial verificar as condições operacionais dos equipamentos conforma as diretrizes do fabricante. Os equipamentos de detecção devem ser manuseados de maneira adequada para preservar sua funcionalidade e integridade. Especial atenção deve ser dada ao posicionamento dos sensores do geofone e do correlacionador, evitando impactos desnecessários.

8.5 ASPECTOS COMPORTAMENTAIS

Os profissionais envolvidos na detecção de vazamentos não visíveis devem estar cientes de que seu trabalho inclui interações com pessoas. Portanto, é essencial seguir os seguintes procedimentos:

- Trajar-se adequadamente, com asseio, portando jaleco e crachás de identificação;
- Identificar o veículo conforme exigências da empresa contratante dos serviços;
- Tratar com educação e respeito os moradores, informando o motivo do acesso ao cavalete do imóvel. Caso os serviços tenham de ser realizados no período noturno, os moradores envolvidos devem ser comunicados com a devida antecedência:

- Realizar uma sinalização adequada durante o trabalho em vias de trafego, visando evitar acidentes e danos físicos tanto ao profissional quanto ao público geral.

8.6 PROJETO DE PESQUISA DE VAZAMENTOS PARA O MUNICÍPIO DE BEBEDOURO

Segundo levantamento junto a equipe técnica do SAAEB, o município conta com uma empresa especializada, encarregada da gestão dos serviços de detecção de vazamentos. Atualmente, está empresa opera com uma equipe composta por dois colaboradores dedicados a execução dos serviços.

Conforme informações fornecidas pela empresa, a equipe realiza entre 5 a 7 quilômetros de pesquisa de vazamentos diária, dependendo do local da pesquisa.

A definição do local onde serão realizadas as pesquisas é determinada pelo SAAEB.

8.6.1 Equipamentos utilizados no município pela equipe de pesquisa de vazamentos

Atualmente, o grupo responsável pela pesquisa de vazamentos no município dispõe dos seguintes equipamentos:

- Correlacionador de Ruídos de Vazamentos;
- DataLoggers de Ruídos;
- Geofone Eletrônico com filtro de Ruídos;
- Haste de Escuta;
- Sensor de Ruídos;
- Coletor de dados de Sensores de Ruídos;
- Locador de Tubulação Metálica;
- Locador de Massa Metálica;
- Locador de Tubulação não Metálica;
- Manômetro;
- Perfuratriz Elétrica;
- Trena;
- Roda de Medição;
- Lanterna.

Da Figura 8-9 a Figura 8-16 apresentam os equipamentos similares utilizados pela empresa responsável pela pesquisa e detecção de vazamentos.

Figura 8-9 - Vista do Correlacionador de Ruídos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-10 - Vista do DataLogger de Ruídos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-11 - Vista do Geofone Eletrônico



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-12 - Vista da haste de escuta



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-13 - Vista do Locador de Massa Metálica



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-14 - Vista do Manômetro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-15 - Vista da Trena



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-16 - Vista da Roda de Medição



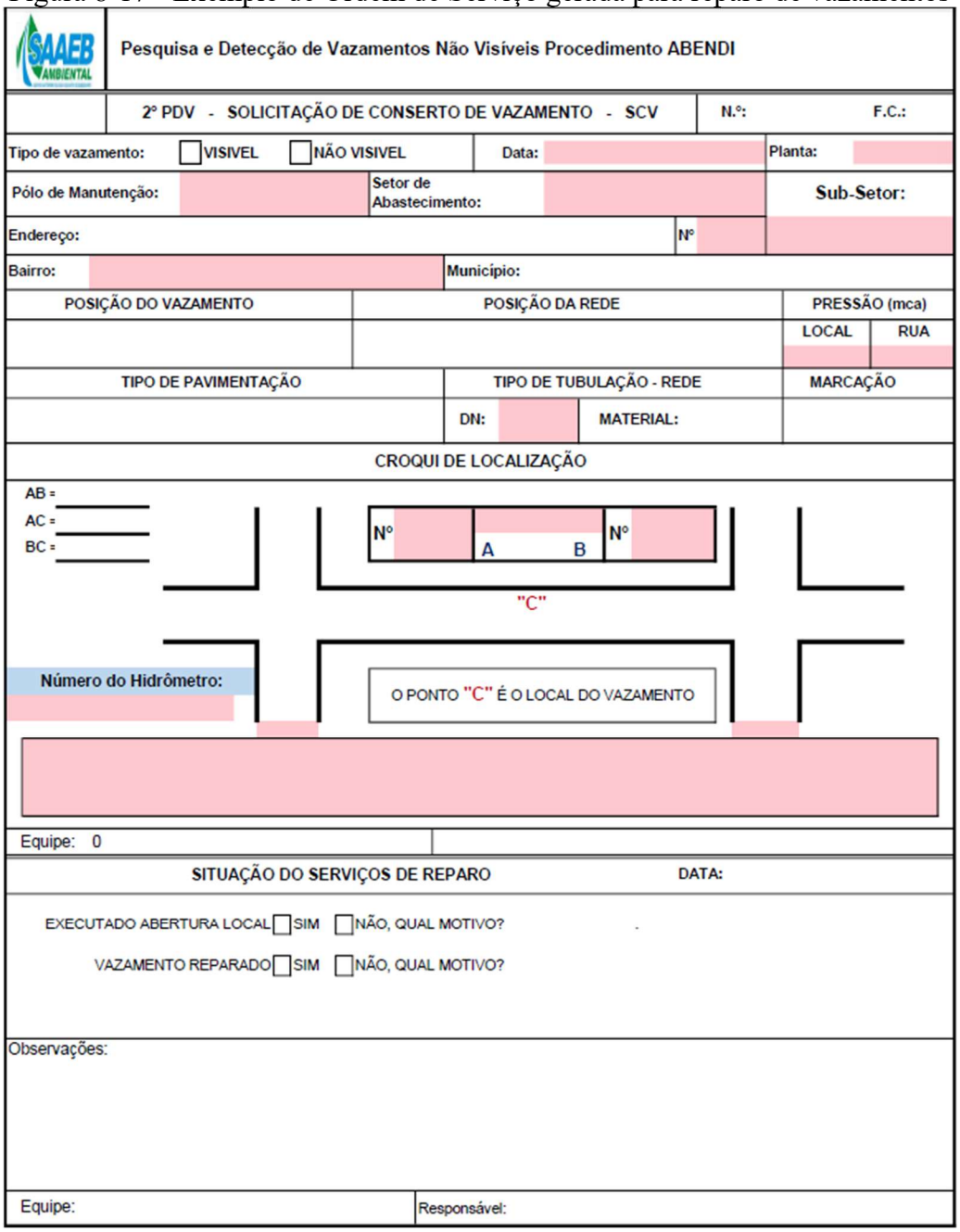
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.6.2 Metodologia utilizada para detecção e reparo de vazamentos em Bebedouro

Atualmente, a SAAEB utiliza dois métodos para identificar e reparar vazamentos no sistema de abastecimento de água. O primeiro envolve a geração de ordens de serviço a partir de reclamações dos clientes, como relatos de falta de água, vazamentos visíveis, entre outros, ou por meio de inspeções de campo realizadas pelos colaboradores.

Neste processo, a equipe responsável pelo serviço preenche relatórios que incluem informações essenciais, como o tipo do vazamento (visível ou não), a localização precisa, o material e o diâmetro da tubulação, entre outros detalhes relevantes.

Figura 8-17 - Exemplo de Ordem de Serviço gerada para reparo de vazamentos



Pesquisa e Detecção de Vazamentos Não Visíveis Procedimento ABENDI

2º PDV - SOLICITAÇÃO DE CONSERTO DE VAZAMENTO - SCV | N.º: | F.C.:

Tipo de vazamento: ☐ VISIVEL ☐ NÃO VISIVEL | Data: | Planta:

Pólo de Manutenção: | Setor de Abastecimento: | Sub-Setor:

Endereço: | Nº

Bairro: | Município:

POSIÇÃO DO VAZAMENTO	POSIÇÃO DA REDE	PRESSÃO (mca) LOCAL	RUA

TIPO DE PAVIMENTAÇÃO	TIPO DE TUBULAÇÃO - REDE		MARCAÇÃO
	DN:	MATERIAL:	

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

AB =
AC =
BC =

Nº A B Nº

"C"

Número do Hidrômetro:

O PONTO "C" É O LOCAL DO VAZAMENTO

Equipe: 0

SITUAÇÃO DO SERVIÇOS DE REPARO | DATA:

EXECUTADO ABERTURA LOCAL ☐ SIM ☐ NÃO, QUAL MOTIVO?

VAZAMENTO REPARADO ☐ SIM ☐ NÃO, QUAL MOTIVO?

Observações:

Equipe: | Responsável:

Figura 8-18 - Exemplo de Ordem de Serviço gerada para reparo de vazamentos

	DETECÇÃO DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS				
	2º PDV - RELATÓRIO DIÁRIO DE ATIVIDADE			Nº:	
Equipe:		Data:		Sub-Setor:	
Municipio:		Setor de Abastecimento:			

Área Pesquisada - Rua / Avenida / Viela / Travessa	Planta	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Pressão (mca)
Extensão Total do Dia (m)				
Extensão Total Acumulada no mês (m)				

VAZAMENTOS APONTADOS

Endereços		Posição do Vazamento	Planta	Pavimento	Pressão (mca)	V	NV	SCV nº
Quantidade de Vazamentos do Dia								
Quantidade Total de Vazamentos Acumulados no mês								

OBSERVAÇÃO:

Paralelamente, a SAAEB contratou os serviços de uma empresa terceirizada para detecção e reparo de vazamentos. Desde então, são conduzidos varreduras e reparos. A seguir a Tabela 8-1, apresenta um resumo das ordens de serviços, relacionadas a vazamentos durante um período de 12 meses (Mar/2023 a Mar/2024), totalizando 269 ordens identificadas.

Tabela 8-1 - Registros de vazamentos através de Ordens de Serviço no município de Bebedouro

Registros de Vazamento Mar/2023 a Mar/2024		
Cavalete	**Ramal**	**Rede**
55	119	95
20,47%	44,21%	35,32%

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

É crucial destacar que vazamentos inicialmente invisíveis podem se tornar visíveis ao longo do tempo. Quando isso ocorre e um cliente abre uma ordem de serviço, é solicitada prioridade a empresa terceirizada. Isso se deve ao aumento estimado na perda de água e a necessidades de evitar transtornos a população.

8.7 PLANO DE TRABALHO

Atualmente, em Bebedouro, não há uma rotina predefinida para a pesquisa de vazamentos. As investigações são realizadas de acordo com as demandas identificadas pelo SAAEB e através de reclamações dos contribuintes.

Na ausência de prioridades especificas, a equipe é encarregada de conduzir pesquisas em áreas aleatórias até abranger todo o sistema de abastecimento ou até que surjam novas prioridades.

A Tabela 8-2 mostra os setores com os maiores índices de vazamentos, com destaque para os diferentes tipos. O período considerado foi de março/2023 a março/2024.

Tabela 8-2 - Vazamentos segmentados por setores de abastecimento no município de Bebedouro, em ordem de maiores índices de vazamentos.

VAZAMENTOS LOCALIZADOS POR SETOR					
SETOR	CAVALETE	RAMAL	REDE	TOTAL	TOTAL%
13	2	7	23	32	11,90%
17	7	16	8	31	11,52%
20	4	18	4	26	9,67%
18	3	11	11	25	9,29%

Tabela 8-2 - Vazamentos segmentados por setores de abastecimento no município de Bebedouro, em ordem de maiores índices de vazamentos.

VAZAMENTOS LOCALIZADOS POR SETOR					
SETOR	CAVALETE	RAMAL	REDE	TOTAL	TOTAL%
14	3	5	15	23	8,55%
19	2	14	4	20	7,43%
24	1	17	0	18	6,69%
11	2	7	6	15	5,58%
1	8	2	0	10	3,72%
21	0	6	4	10	3,72%
28 – Distrito Turnínia	2	5	2	9	3,35%
12	0	2	6	8	2,97%
23	4	3	0	7	2,60%
16	5	0	1	6	2,23%
9	1	4	0	5	1,86%
15	2	0	3	5	1,86%
29 – Distrito Andes	2	0	2	4	1,49%
4	3	0	0	3	1,12%
5	2	0	1	3	1,12%
2	1	1	0	2	0,74%
7	0	1	1	2	0,74%
10	0	0	2	2	0,74%
3	1	0	0	1	0,37%
6	0	1	0	1	0,37%
22	0	0	1	1	0,37%

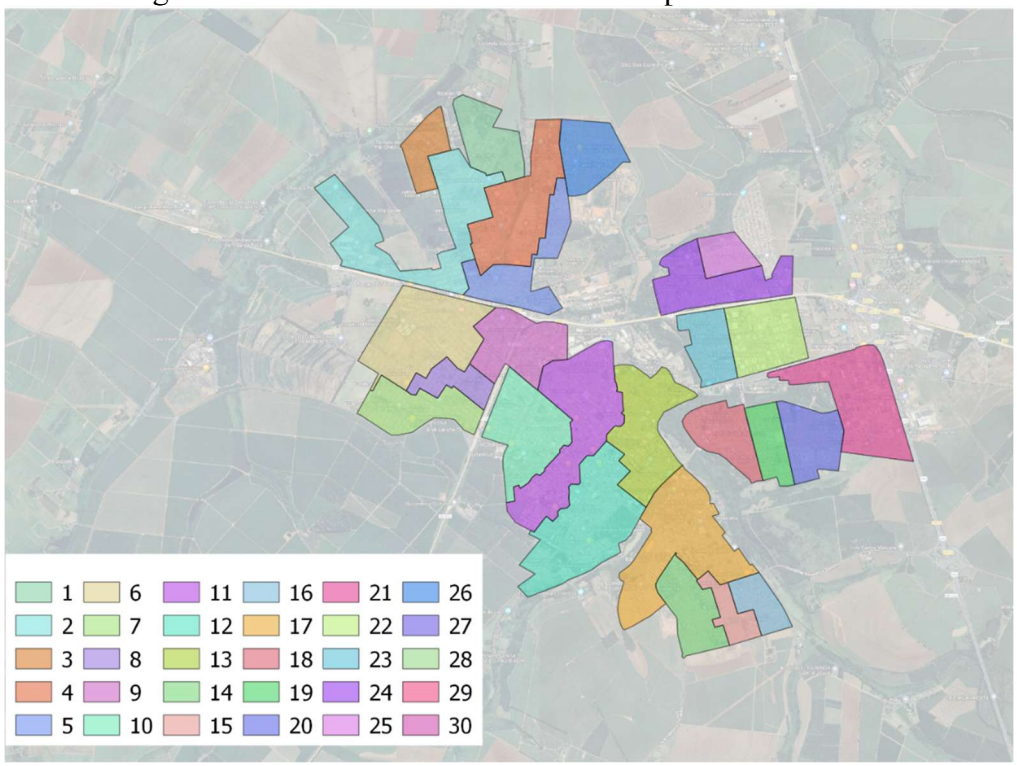
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.1 Pesquisas realizadas por Setores no município de Bebedouro

Para a identificação dos vazamentos localizados em cada setor, utilizou-se a mesma divisão setorial estabelecida no Plano Diretor de Controle de Perdas de Água do município de Bebedouro de 2018.

A Figura 8-19 representa todos os setores o município de Bebedouro, seguida pela exposição individual de cada um desses setores, conforme a ordem apresentada na Tabela 8-2, iniciando pelos setores com os maiores índices de vazamentos identificados.

Figura 8-19. Divisão de setores do município de Bebedouro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Durante o período de coleta de dados de 12 meses, observou-se que em determinados setores não foram registradas informações sobre vazamentos localizados.

Os setores que não apresentam qualquer tipo de informação de dados são os seguintes:

- Setor 8;
- Setor 25;
- Setor 26;
- Setor 27 – Distrito Botafogo;
- Setor 30 – Distrito Areias.

8.7.1.1 **Setor 13**

No Setor 13 foram identificados 32 vazamentos no total, dos quais 2 ocorreram em cavaletes, 7 nos ramais e 23 nas redes de distribuição.

Estes representam 11,90% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-20 ilustra o Setor 13 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-20. Setor 13



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

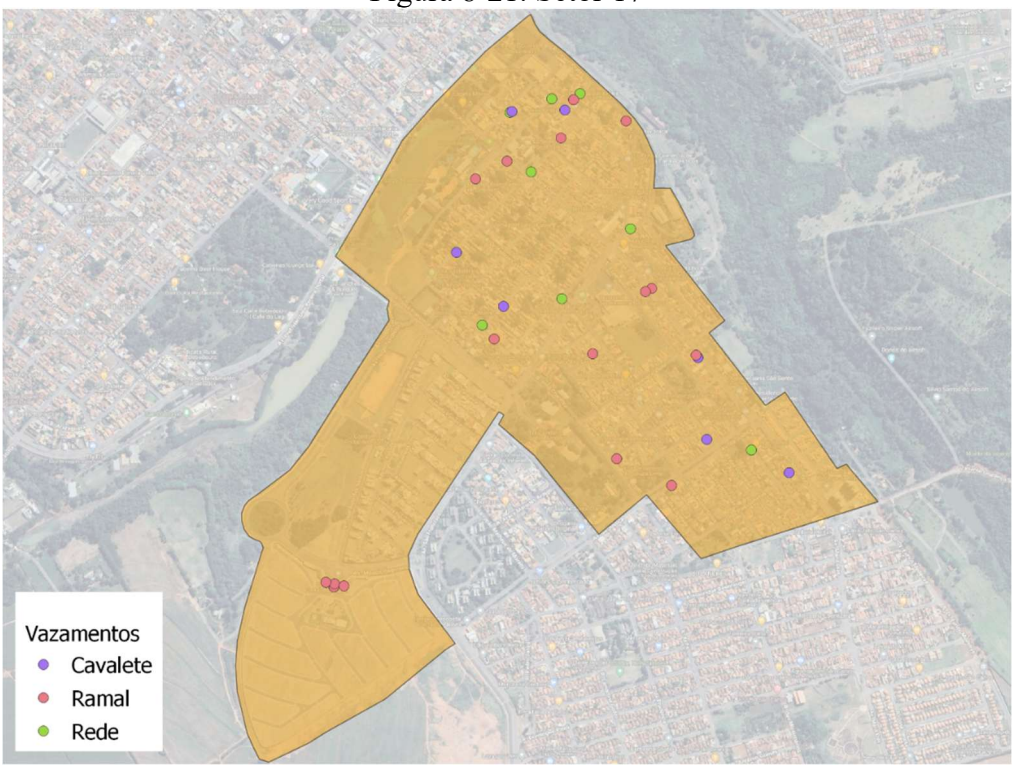
8.7.1.2 **Setor 17**

No Setor 17 foram identificados 31 vazamentos no total, dos quais 7 ocorreram em cavaletes, 16 em ramais e 8 nas redes de distribuição.

Estes representam 11,52% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-21 ilustra o Setor 17 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-21. Setor 17



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.1.3 **Setor 20**

No Setor 20 foram identificados 26 vazamentos no total, dos quais 4 ocorreram em cavaletes, 18 em ramais e 4 nas redes de distribuição.

Estes representam 9,67% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-22 ilustra o Setor 20 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-22. Setor 20



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

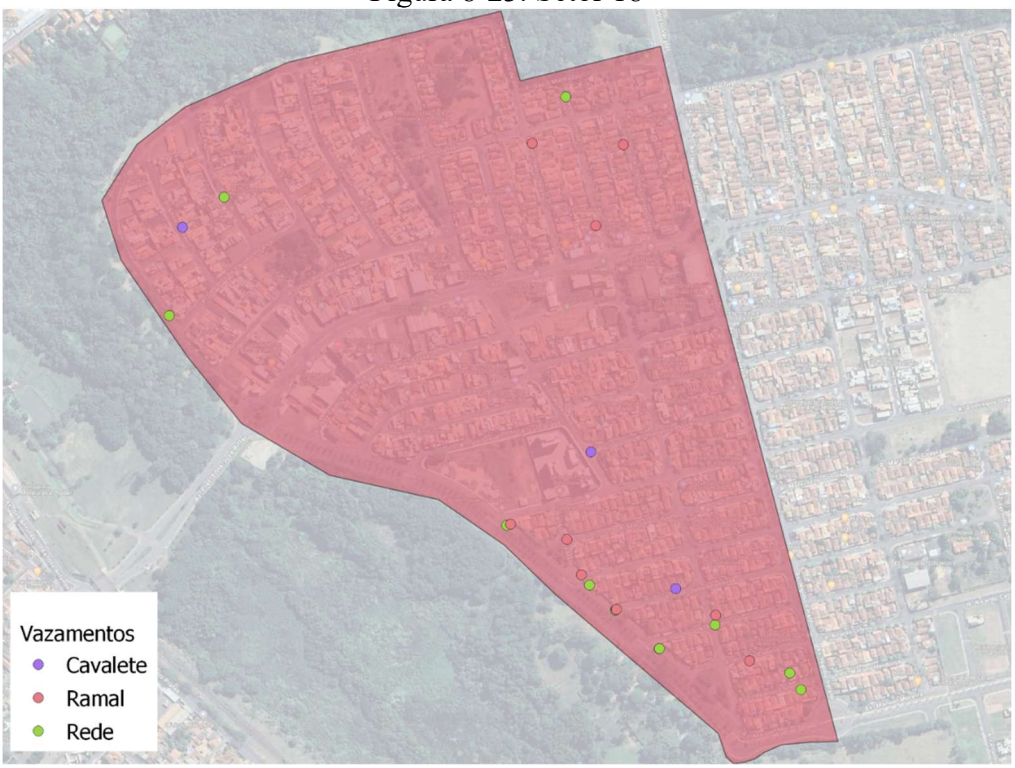
8.7.1.4 **Setor 18**

No Setor 18 foram identificados 25 vazamentos no total, dos quais 3 ocorreram nos cavaletes, 11 em ramais e 11 nas redes de distribuição.

Estes representam 9,29% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-23 ilustra o Setor 18 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-23. Setor 18



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.1.5 **Setor 14**

No Setor 14 foram identificados 23 vazamentos no total, dos quais 3 ocorreram em cavaletes, 5 em ramais e 12 nas redes de distribuição.

Estes representam 8,55% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-24 ilustra o Setor 14 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-24. Setor 14



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.1.6 **Setor 19**

No Setor 19 foram identificados 20 vazamentos no total, dos quais 2 ocorreram em cavaletes, 14 em ramais e 4 nas redes de distribuição.

Estes representam 7,43% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-25 ilustra o Setor 19 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-25. Setor 19



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

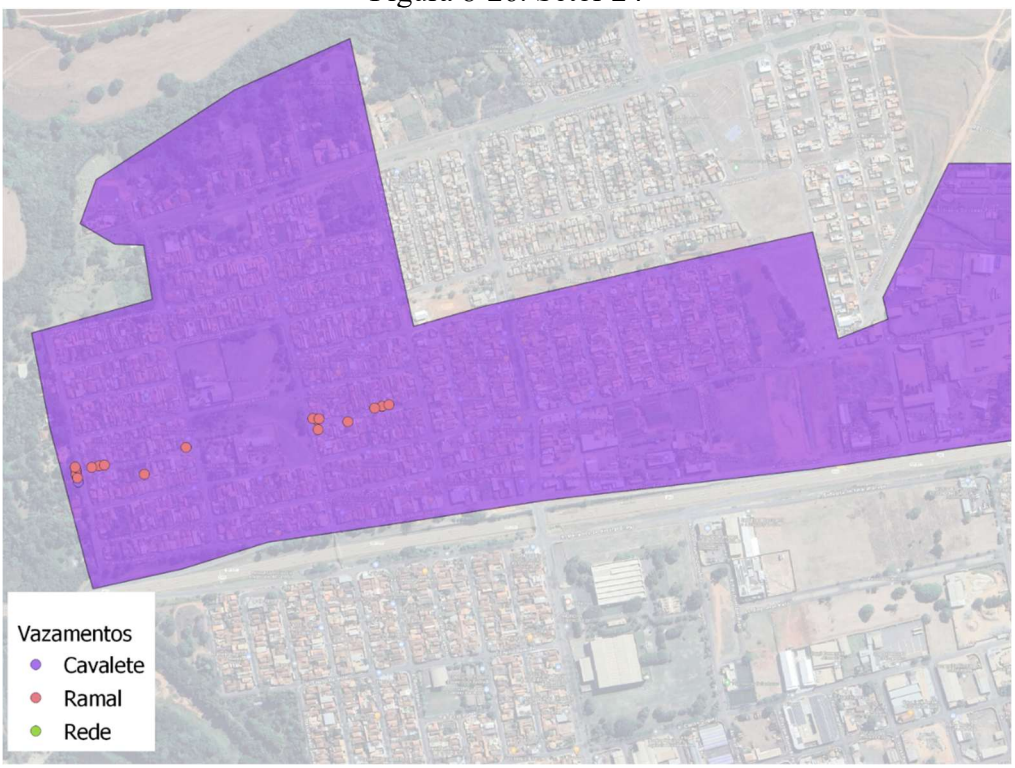
8.7.1.7 **Setor 24**

No Setor 24 foram identificados 18 vazamentos no total, dos quais 1 ocorreu em cavaletes e 17 em ramais.

Estes representam 6,69% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-26 ilustra o Setor 24 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-26. Setor 24



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

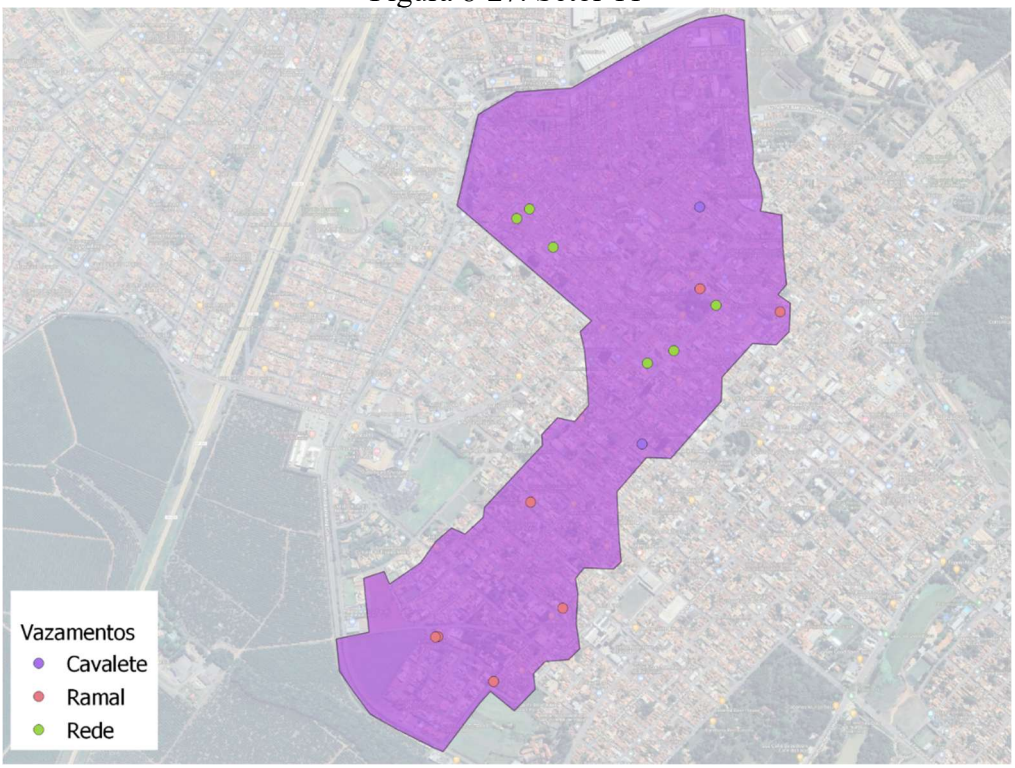
8.7.1.8 **Setor 11**

No Setor 11 foram identificados 15 vazamentos no total, dos quais 2 ocorreram em cavaletes, 7 em ramais e 6 nas redes de distribuição.

Estes representam 5,58% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-27 ilustra o Setor 11 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-27. Setor 11



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.1.9 **Setor 1**

No Setor 1 foram identificados 10 vazamentos no total, dos quais 8 ocorreram em cavaletes e 2 em ramais.

Estes representam 3,75% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-28 ilustra o Setor 1 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-28. Setor 1



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

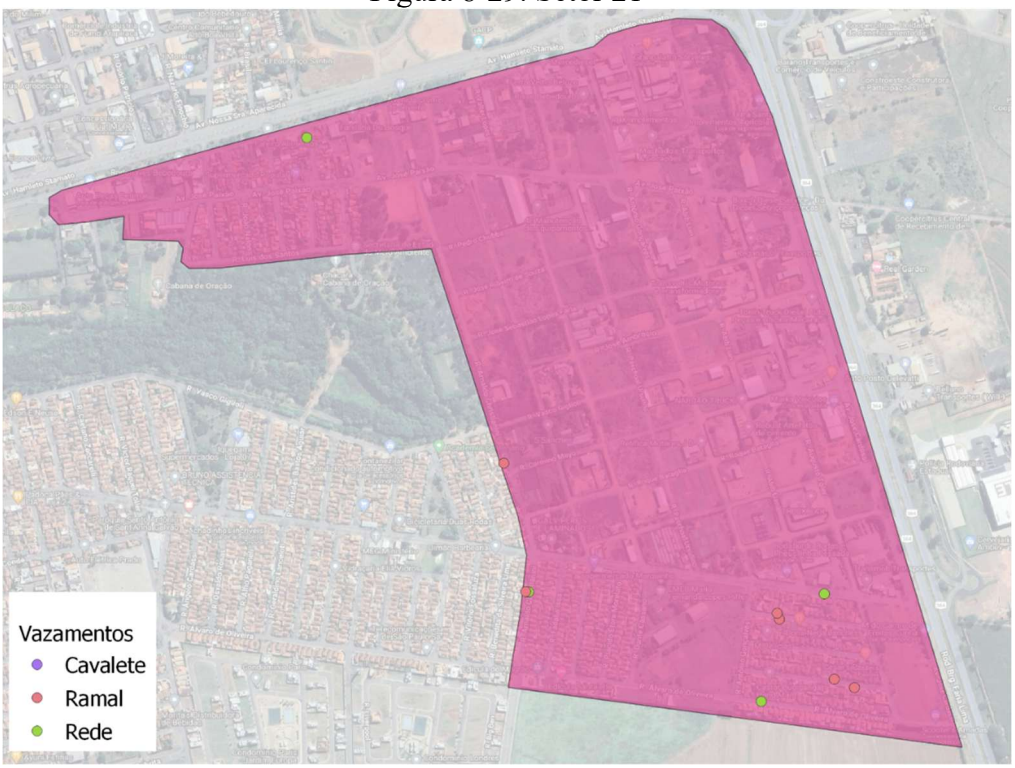
8.7.1.10 **Setor 21**

No Setor 21 foram identificados 10 vazamentos no total, dos quais 6 ocorreram em ramais e 4 nas redes de distribuição.

Estes representam 3,72% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-29 ilustra o Setor 21 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-29. Setor 21



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.1.11 **Setor 28 – Distrito Turvínia**

No Setor 28 – Distrito Turvínia foram identificados 9 vazamentos no total, dos quais 2 ocorreram em cavaletes, 5 em ramais e 2 nas redes de distribuição.

Estes representam 3,35% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-30 ilustra o Setor 28 – Distrito Turvínia juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-30. Setor 28 – Distrito Turvínia



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

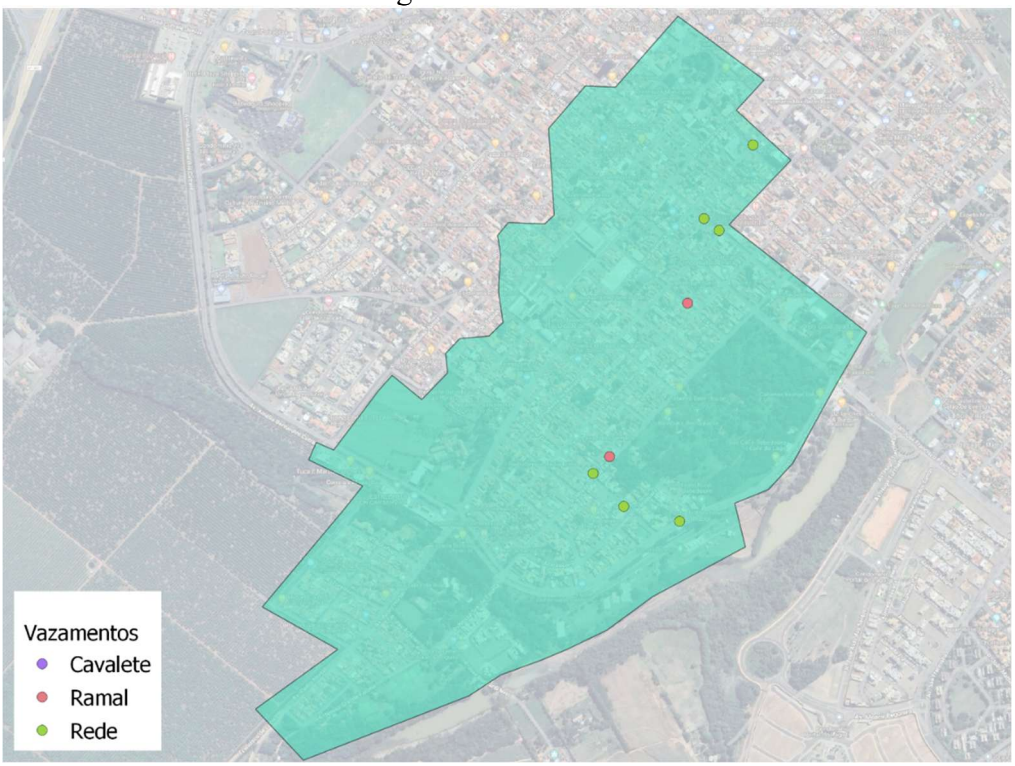
8.7.1.12 **Setor 12**

No Setor 12 foram identificados 8 vazamentos no total, dos quais 2 ocorreram em ramais e 6 nas redes de distribuição.

Estes representam 2,97% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-31 ilustra o Setor 12 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-31. Setor 12



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.1.13 **Setor 23**

No Setor 23 foram identificados 7 vazamentos no total, dos quais 4 ocorreram em cavaletes e 3 em ramais.

Estes representam 2,60% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-32 ilustra o Setor 23 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-32. Setor 23



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.1.14 **Setor 16**

No Setor 16 foram identificados 6 vazamentos no total, dos quais 5 ocorreram em cavaletes e 1 nas redes de distribuição.

Estes representam 2,23% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-33 ilustra o Setor 16 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-33. Setor 16



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

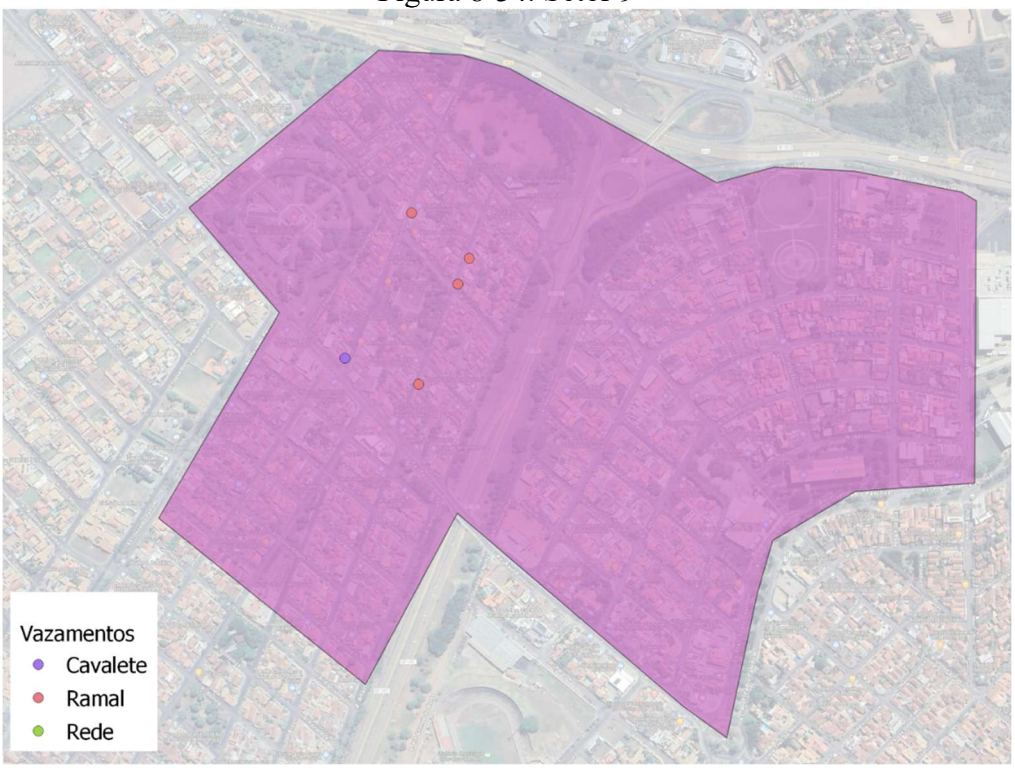
8.7.1.15 **Setor 9**

No Setor 9 foram identificados 5 vazamentos no total, dos quais 1 foi em cavalete e 4 foram em ramais.

Estes representam 1,86% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-34 ilustra o Setor 9 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-34. Setor 9



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

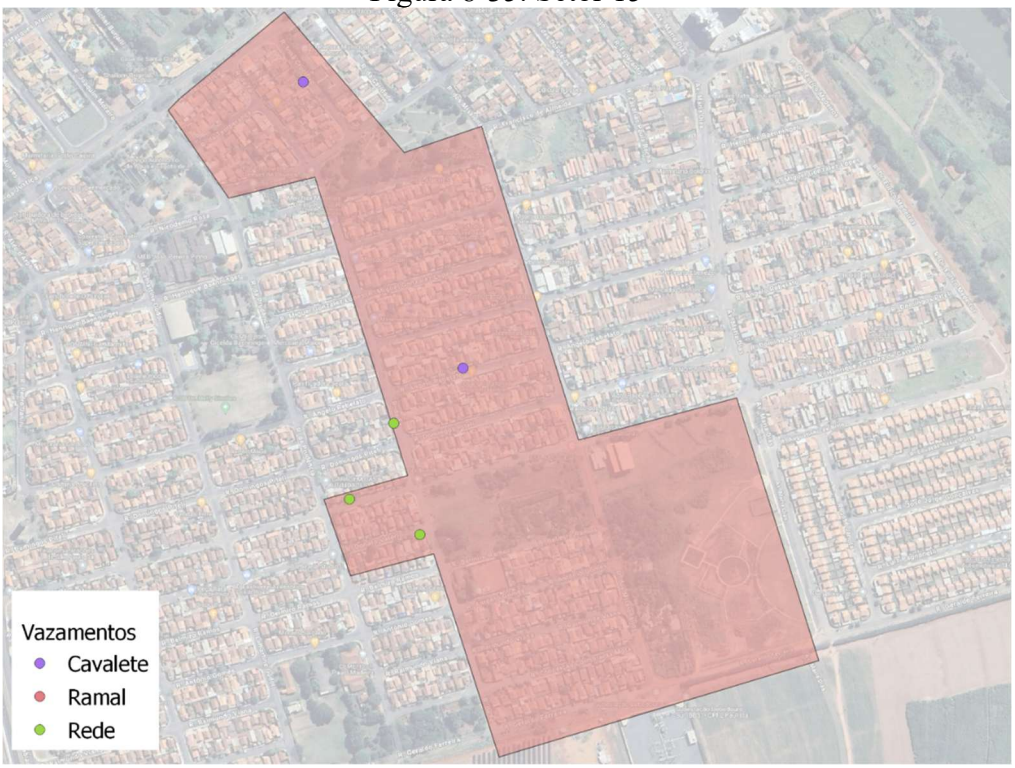
8.7.1.16 **Setor 15**

No Setor 15 foram identificados 5 vazamentos no total, dos quais 2 ocorreram em cavaletes e 3 nas redes de distribuição.

Estes representam 1,86% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-35 ilustra o Setor 15 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-35. Setor 15



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

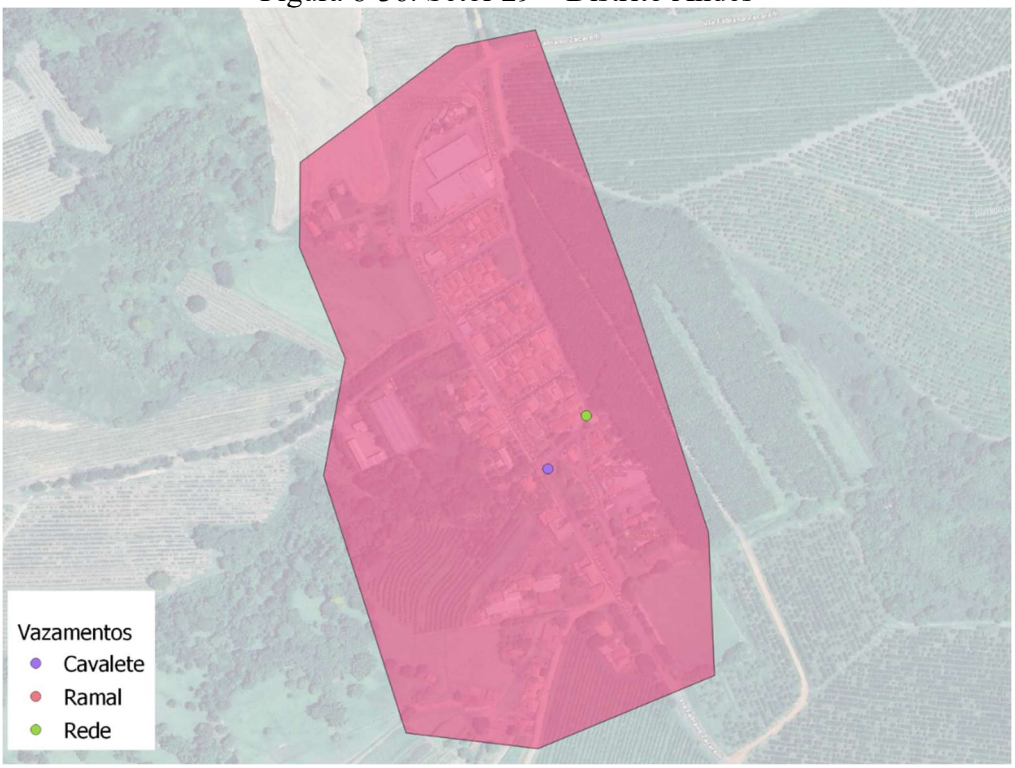
8.7.1.17 **Setor 29 – Distrito Andes**

No Setor 29 – Distrito Andes foram identificados 4 vazamentos no total, dos quais 2 ocorreram em cavaletes e 2 nas redes de distribuição.

Estes representam 1,49% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-36 ilustra o Setor 29 – Distrito Andes juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-36. Setor 29 – Distrito Andes



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

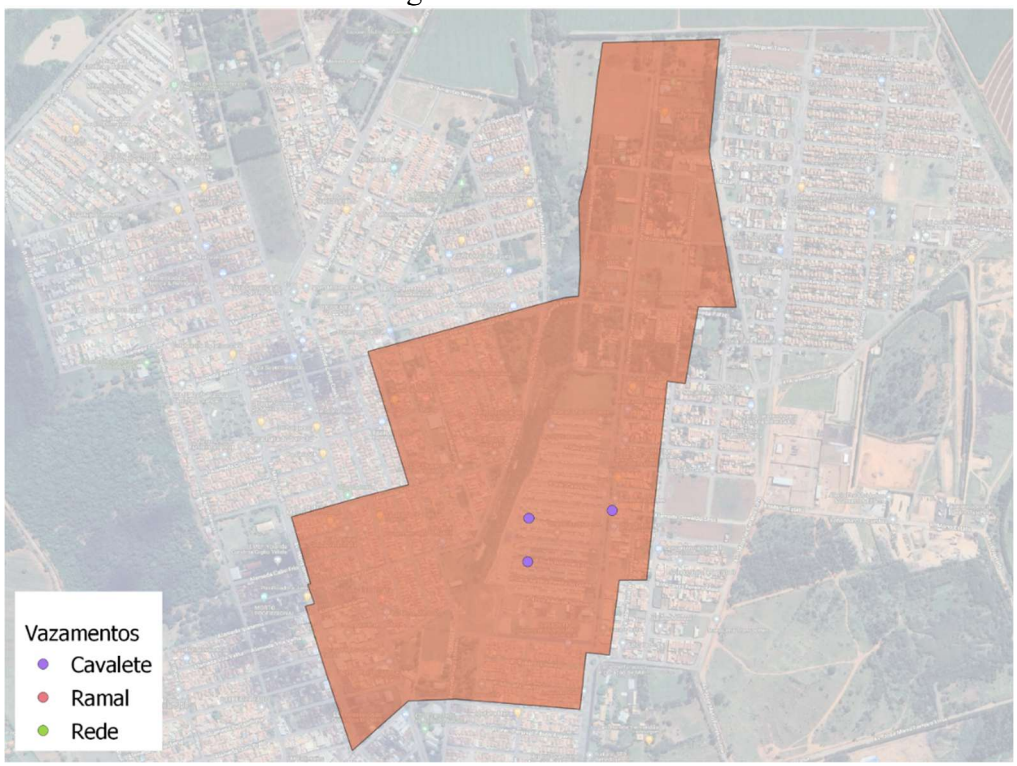
8.7.1.18 **Setor 4**

No Setor 4 foram identificados 3 vazamentos no total, dos quais os 3 ocorreram em cavaletes das residências.

Estes representam 1,12% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-37 ilustra o Setor 3 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-37. Setor 4



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

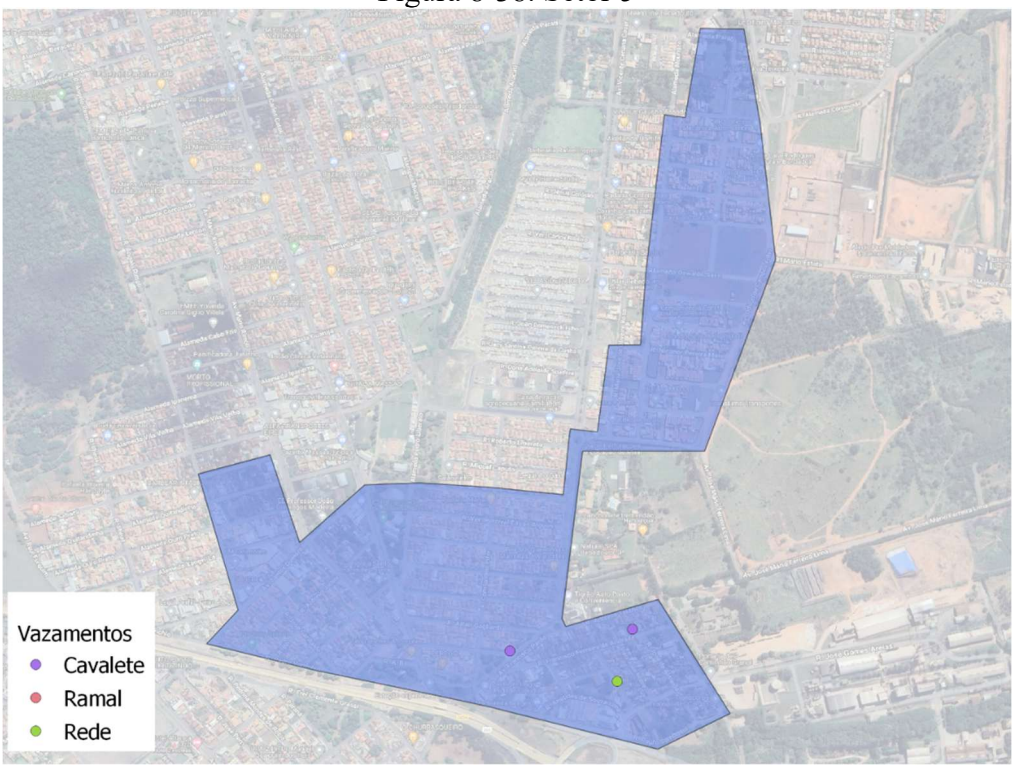
8.7.1.19 **Setor 5**

No Setor 5 foram identificados 3 vazamentos no total, dos quais 2 ocorreram em cavaletes e 1 na rede de distribuição.

Estes representam 1,12% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-38 ilustra o Setor 5 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-38. Setor 5



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.1.20 **Setor 2**

No Setor 2 foram identificados 2 vazamentos no total, dos quais 1 ocorreram no cavalete e o outro em ramal.

Estes representam 0,74% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-39 ilustra o Setor 2 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-39. Setor 2



Fonte: NOVAES, 2024.

8.7.1.21 **Setor 7**

No Setor 7 foram identificados 2 vazamentos no total, dos quais 1 foi no ramal e o outro na rede de distribuição.

Estes representam 0,74% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-40 ilustra Setor 7 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-40. Setor 7



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

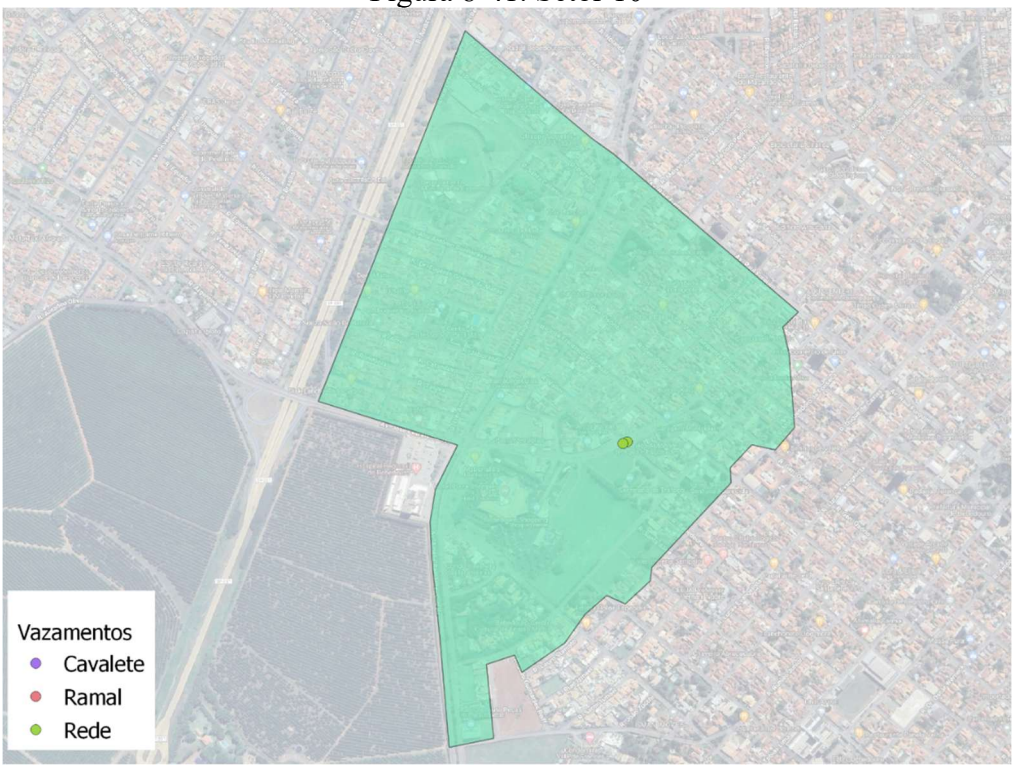
8.7.1.22 **Setor 10**

No Setor 10 foram identificados 2 vazamentos no total, dos quais os 2 ocorreram nas redes de distribuição.

Estes representam 0,74% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-41 ilustra o Setor 10 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-41. Setor 10



Fonte: NOVAES, 2024.

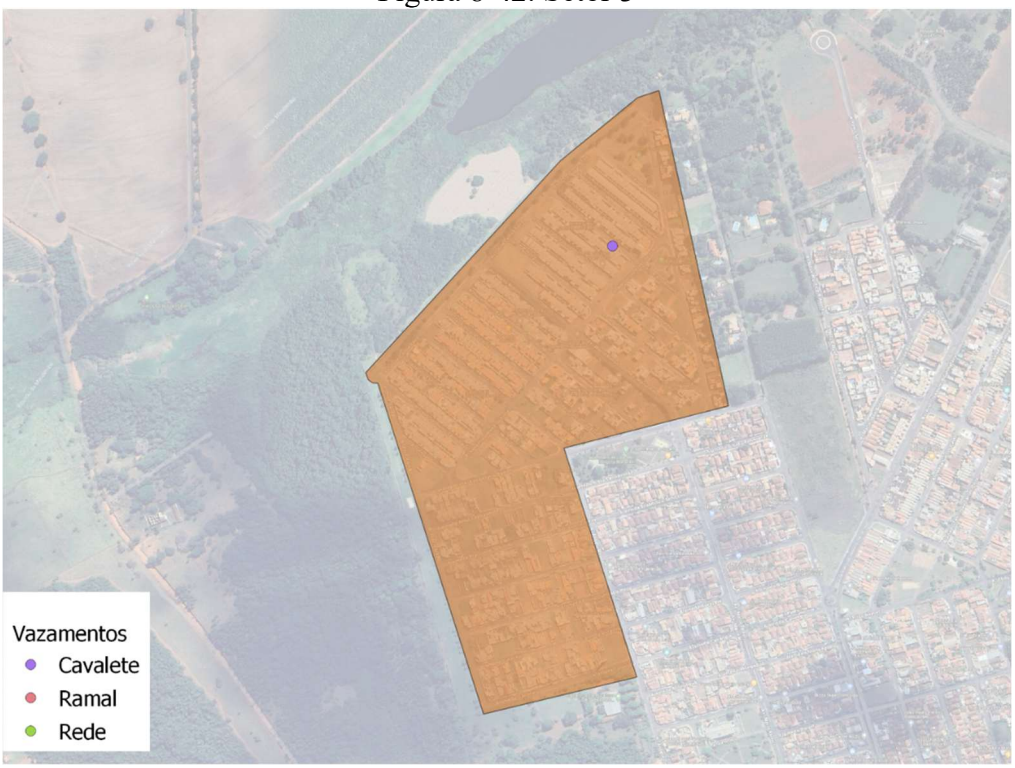
8.7.1.23 **Setor 3**

No Setor 3 foi identificado 1 vazamento no total, do qual ocorreu no cavalete da residência.

Este representa 0,37% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-42 ilustra o Setor 3 juntamente com a representação do vazamento identificado.

Figura 8-42. Setor 3



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

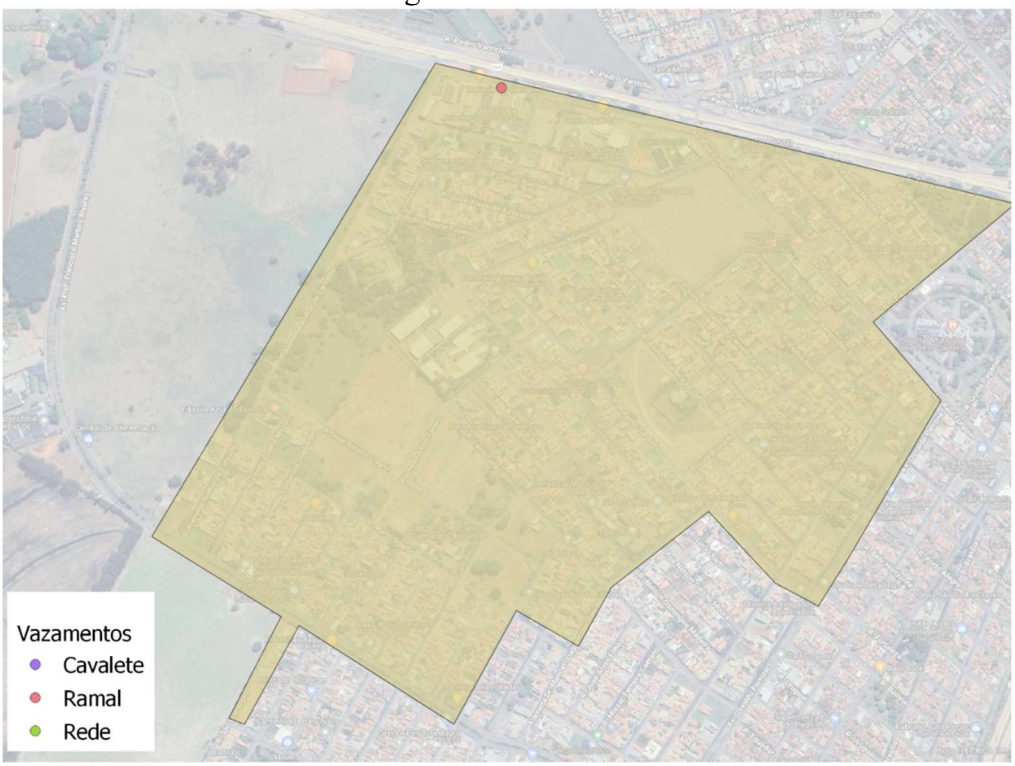
8.7.1.24 **Setor 6**

No Setor 6 foi identificado 1 vazamento no total, do qual ocorreu no ramal.

Este representa 0,37% dos números totais de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-43 ilustra o Setor 6 juntamente com a representação do vazamento identificado.

Figura 8-43. Setor 6



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

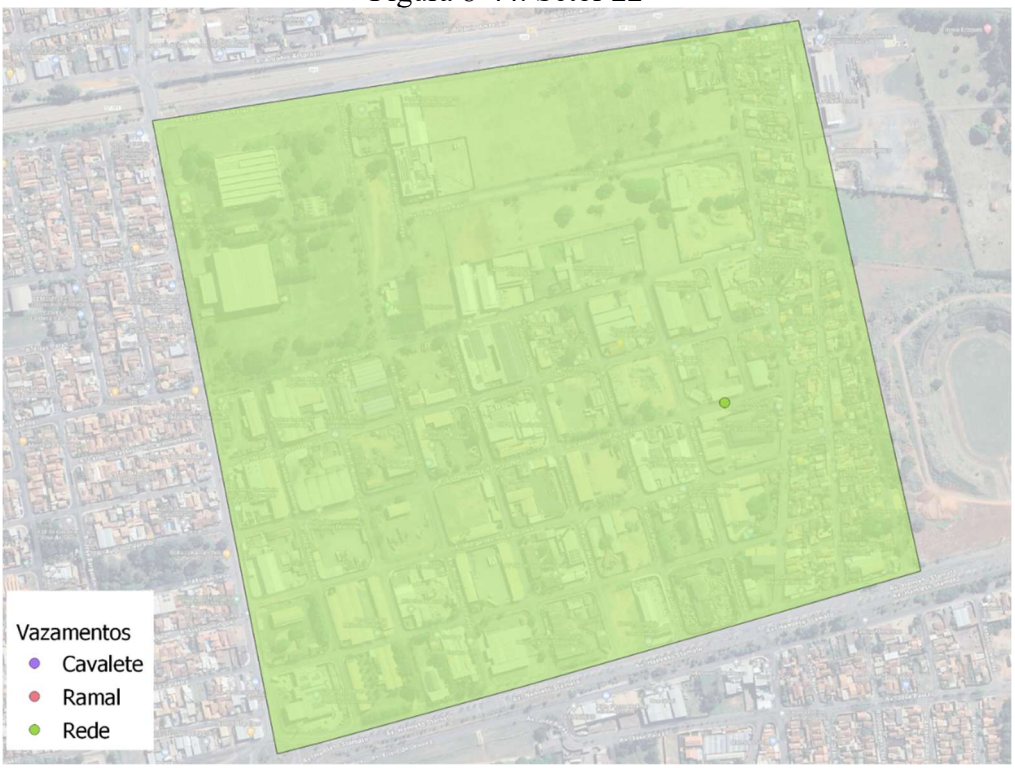
8.7.1.25 **Setor 22**

No Setor 22 foram identificados 1 vazamento no total, no qual ocorreu nas redes de distribuição.

Estes representam 0,37% do número total de vazamentos identificados no município ao longo de 12 meses.

A Figura 8-44 ilustra o Setor 22 juntamente com a representação dos vazamentos identificados.

Figura 8-44. Setor 22



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Devido a vasta extensão territorial do município de Bebedouro, recomenda-se a alocação de uma equipe adicional para pesquisa de vazamentos, permitindo a realização desses levantamentos pelo menos duas vezes ao ano em cada setor.

8.7.2 Orçamento necessário para criação de uma equipe de pesquisa de vazamentos

Com o propósito de fortalecer as investigações no município, a SAAEB pode considerar a formação de mais equipe dedicada a pesquisa. Abaixo segue a lista juntamente com o orçamento (no anexo 8-1) dos equipamentos necessários:

- 01 veículo tipo van ou caminhonete;
- 01 medidor de vazão tipo ultrassom;
- 01 geofone eletrônico;
- 01 notebook;
- 02 hastes de escuta de 1.500mm;
- 01 barra de perfuração;
- 01 locador de massa metálica;

- 01 Correlacionador de ruídos;
- 04 registradores tipo data-logger de pressão;

Segue na Tabela 8-3 um orçamento estimativo para aquisição dos equipamentos requeridos para estrutura de formação de mais uma equipe de pesquisa de vazamentos:

Tabela 8-3. Orçamento estimativo para aquisição dos equipamentos

Equipamentos	**Unidade**	**Quant.**	**Orçamento**	**Valor Unit. (R$)**	**Valor Total (R$)**
Veículo (picape)	unid.	01	SINAPI – 13617	102.815,43	102.815,43
Medidor de Vazão (Ultrassom)	unid.	01	Comercial	12.500,00	12.500,00
Notebook	unid.	01	Comercial	2.655,00	2.655,00
Haste de Escuta	unid.	02	Comercial	402,68	805,36
Barra de Perfuração	unid.	01	Comercial	630,00	630,00
Geofone Eletrônico	unid.	01	Comercial	15.285,00	15.285,00
Detector Massa Metálica	unid.	01	Comercial	11.080,00	11.080,00
Correlacionador de Ruídos	unid.	01	Comercial	178.335,92	178.335,92
Data-loggers de Pressão	unid.	04	Comercial	3.800,00	15.200,00
TOTAL					339.306,71

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

No Anexo 8.1 encontra-se o mapa de cotação para a aquisição dos equipamentos para a realização da pesquisa de vazamentos.

8.7.2.1 **Veículo**

Recomenda-se o uso de um veículo tipo picape com caçamba fechada para auxiliar na pesquisa de vazamentos, com o objetivo de proteger os equipamentos de alto custo utilizados.

Na Figura 8-45 é ilustrado um modelo do veículo em questão sugerido.

Figura 8-45 – Veículo sugerido



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.2.2 **Medidor de vazão (Ultrassom)**

O medidor ultrassônico utiliza dois transdutores instalados na parede externa da tubulação para emitir e receber pulsos ao longo da seção da tubulação, permitindo a determinação da velocidade de escoamento do fluido e da sua vazão.

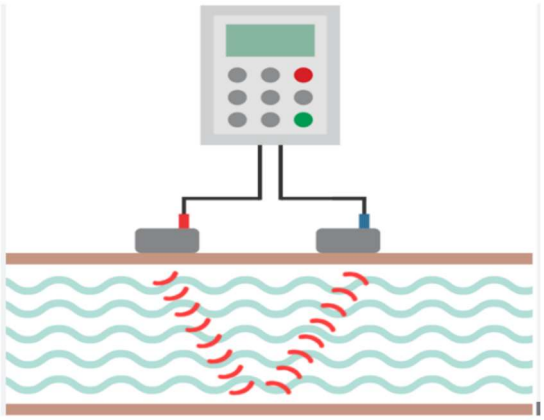
Quando um sinal ultrassônico é transmitido ao longo da seção de uma tubulação com liquido fluindo, ocorre uma diferença no tempo de transito entre um transdutor e outro, dependendo do sentido do fluxo.

Uma onda ultrassônica que viaja no mesmo sentido do fluxo tem sua velocidade de propagação aumentada, enquanto uma onda ultrassônica viaja no sentido oposto tem sua velocidade diminuída.

Medindo com precisão essa diferença de tempo de transito entre dois transdutores, é possível determinar a velocidade de escoamento do fluido e, consequentemente, sua vazão.

A Figura 8-46 abaixo ilustra o funcionamento do medidor ultrassônico.

Figura 8-46 – Principio de funcionamento do medidor ultrassônico



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Para a realização de monitoramento de vazão, é aconselhável utilizar um medidor ultrassonico fabricado pela Flowmeter. O equipamento é composto pelos seguintes componentes:

- 01 display;
- 03 pares de transdutores ultrassônicos de diferentes tamanhos (Clamp-on TL-1, Clamp-on TM-1 e Clamp-on TS-2);
- 01 par de cabos conectores entre o display e os transdutores;
- 01 fonte.

A Figura 8-47 e Figura 8-48 abaixo ilustra o equipamento medidor ultrassônico.

Figura 8-47 – Equipamento medidor ultrassônico



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-48 – Equipamento medidor ultrassônico



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.2.3 **Haste de escuta**

A haste de escuta recomendada é do fabricante Mecaltec, modelo HE. A seguir, são apresentadas algumas características do equipamento:

- Material: Aço inox com membrana em bronze fosforoso;
- Diâmetro: 7,5mm;
- Acoplamento em alumínio forrado com borracha neoprene;
- Comprimento 1.000mm ou 1.500mm.

Na Figura 8-49 e a Figura 8-50 apresentam a haste de escuta mecânica do fabricante Mecaltec.

Figura 8-49 – Haste de escuta



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-50 – Haste de Escuta



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.2.4 **Barra de perfuração**

Barra de perfuração para sondagens de pequeno porte, com comprimento de 1600mm, possui pega com revestimento de borracha para proteção contra descargas elétricas, ponta de impacto Ø 5/8, temperada e revenida, com comprimento útil de perfuração de 1000mm.

Na Figura 8-51 apresenta a barra de perfuração proposta.

Figura 8-51 – Barra de perfuração



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.2.5 **Geofone eletrônico**

O dispositivo é um Geofone Eletrônico do modelo XLT-30 do fabricante Fisher, projetado para assegurar alta precisão na detecção e localização de vazamentos. A seguir são apresentadas algumas características do equipamento:

- Detecta e aponta com exatidão o local do vazamento;
- 04 Filtros de frequência com infinitas combinações sendo um filtro rejeita faixa para atenuação de ruídos indesejados;
- Sensor protegido para redução de ruídos externos;
- Fone de ouvido de alta performance com controle de volume;
- Faixa de frequência: 20 a 6.000Hz;
- Amplificação: 95Db.

Na Figura 8-52 apresenta o Geofone Eletrônico.

Figura 8-52 – Geofone Eletrônico



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.2.6 **Localizador de Massa Metálica**

O localizador de massa metálica, foi desenvolvido especialmente para localizar válvulas, caixas metálicas, ou qualquer outro objeto metálico, enterradas e/ou coberta por asfalto.

Na Figura 8-53 apresenta o Localizador de Massa Metálica.

Figura 8-53 – Localizador de Massa Metálica



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.2.7 **Correlacionador de Ruídos**

O correlacionador de ruídos Eureka5, é um correlacionador de ruídos de vazamentos de alto desempenho, podendo ser usado em tubos de diferentes materiais e diâmetros.

Na Figura 8-54 e a Figura 8-55 apresentam o correlacionador de ruídos.

Figura 8-54 – Correlacionador de Ruídos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-55 – Correlacionador de Ruídos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

8.7.2.8 **Data-Logger de Pressão**

O Data-Logger de Pressão é um dispositivo projetado para registrar e monitorar continuamente o histórico de pressão na rede em tempo real ao longo de um período específico.

Na Figura 8-56 e a Figura 8-57 apresentam o Data-Logger de Pressão.

Figura 8-56 – Data-Logger de Pressão



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 8-57 – Data-Logger de Pressão



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

É recomendável que essa intensificação seja mantida até a conclusão da primeira varredura completa. Após a realização da pesquisa abrangente em todo o sistema de abastecimento, pode-se estabelecer um registro dos locais com maior incidência de vazamentos, os quais seriam submetidos a varreduras semestrais subsequentes.

Por outro lado, os locais com menor incidência, caracterizados por tubulações mais recentes e pressões mais baixas, poderiam passa por varreduras anuais.

9. DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE PERDAS

Os indicadores de perdas de água são organizados principalmente em três categorias: básicos, intermediários e avançados. São básicos os indicadores percentuais de água não contabilizada e água não faturada, reconhecendo-se nesse nível a limitação relativa à impossibilidade de apuração em separado das perdas físicas. No nível intermediário essa separação é exigida e a partir dela se constroem indicadores de desempenho hídrico do sistema abrangendo todos os subsistemas, e indicadores de perdas físicas relacionada a condições operacionais. No nível avançado são incluídos indicadores e fatores de ponderação relativos à pressão na rede, reconhecendo-se ser falha a comparação entre serviços que não ponderem as diferenças referentes a pressão.

9.1 PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDAS SETORIAIS E GLOBAL

Consideram-se como perdas de água nos sistemas de abastecimento os volumes não contabilizados pelos órgãos gestores. Esses volumes englobam tanto as perdas físicas, que representam a parcela não consumida (vazamentos no sistema e lavagem de filtros), como as perdas não físicas, que correspondem à água consumida e não registrada (ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou subdimensionados, fraudes em hidrômetros e outras).

A redução das perdas físicas permite diminuir os custos de produção – mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros. Já a redução das perdas não físicas permite aumentar a receita tarifária, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços.

As perdas são um dos fatores que mais contribui para o comprometimento do abastecimento de água potável no setor de saneamento. A busca pela diminuição deste fator é uma variável estratégica tanto para as empresas públicas que prestam este serviço como para o setor privado que deseja atuar nesta área, pois os custos e investimentos necessários para a ampliação da produção e distribuição de água tratada são elevadíssimos.

Para tanto, a elaboração e a implantação de um Plano Diretor de Combate a Perdas Totais de Água é uma das premissas básicas para atingir o objetivo de reduzir as perdas de água, pois além de demonstrar um quadro fidedigno da situação atual, nortearia

também todas as ações necessárias à redução contínua e permanente das perdas totais dentro das empresas que prestam serviços de abastecimento de água.

No Estado de São Paulo a primeira iniciativa de que se tem notícia para controlar perdas ocorreu em fins da década dos 60. Na ocasião, era grande o déficit de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e as obras em curso, de construção do Sistema Cantareira, demandariam ainda alguns anos para suprir a demanda reprimida. Assim, foram concentrados esforços no sentido de ser desenvolvido um programa de controle de perdas. Como na época não se dispunha no Brasil de qualquer experiência no assunto, foi contratada a Pitometer Associates para ministrar treinamento em técnicas de medição e de detecção de vazamentos (na época, mesmo no exterior, o conceito de "perdas" ainda se limitava às perdas físicas) aos técnicos aqui presentes.

Assim, a partir de 1973 teve início a implantação de Distritos Pitométricos para avaliação de perdas através da análise das vazões mínimas noturnas e também foram desenvolvidas outras atividades visando diagnosticar causas de perdas, que se mostraram de grande valia para o Programa de Redução de Perdas que se iniciou em 1977. Assim com essas tomadas de decisões, foi possível alcançar, em 1983, um índice de perdas igual a 20%, o qual representava 38% em 1977.

Na sequência são apresentados alguns procedimentos realizados para reduzir as perdas de água no correspondente período:

- Implantação de um novo sistema de cadastramento de usuários, faturamento e arrecadação, com rígido acompanhamento dos serviços de campo reduzindo as perdas devido a fraudes em ligações;
- Instalação de equipamentos hidráulicos que facilitam o desempenho dos operadores do sistema de abastecimento de água. Um exemplo é o da Estação Elevatória de Barão de Capanema na qual foram observados extravasamentos instantâneos de até 1,0 m^3/s na câmara de sucção da Estação pelo fato do operador não conseguir fechar a tempo o registro de gaveta manual de entrada da câmara, quando bombas eram desligadas no período noturno. Este problema foi corrigido com a instalação de válvula borboleta de mais fácil acionamento, e posteriormente minimizado com a implantação de válvulas telecomandadas;
- A avaliação das perdas causadas por vazamentos foi baseada em medições realizadas em Distritos Pitométricos antes e após a realização de campanhas de pesquisas de

vazamentos, sendo imediatamente desencadeadas ações para eliminar as perdas diagnosticadas:

- Foi instalado o serviço de atendimento telefônico 195, o qual facilitava o recebimento de informações sobre vazamentos visíveis visto pela população;
- Foram criadas as mini turmas de três elementos para execução de serviços de pequena monta e criado o turno intermediário com início às 14h00min para dar atendimento às reclamações comunicadas no período da manhã. A frota de veículos disponível para manutenção sofreu também adequações e ampliação, sendo dotados de rádio comunicação;
- Foram realizadas campanhas de conscientização da população incentivando a comunicação de vazamentos e do público interno para aumentar sua eficiência;
- Os medidores de grande porte já instalados passaram a ser acompanhados mensalmente quanto à adequação da capacidade ao consumo e substituídos quando super ou sub dimensionados. Em consequência mais da metade dos medidores de grande capacidade foram retirados da rede, substituídos por outros de menor capacidade. Foi também instituído um programa de aferição in situ, utilizando métodos pitométricos, dos hidrômetros instalados em ligações de diâmetro igual ou superior a 75 mm.

Os resultados positivos que se vinha obtendo quanto ao controle das perdas desde a implantação do Programa de Redução e Controle das Perdas de Água, sofreram uma reversão a partir de 1985. Marcante é o período 91/94, quando o índice traduz o resultado da paralisação ou não execução (no quinquênio 86/90) de ações vitais identificadas como prioritárias para manter as perdas sob controle concomitantemente com o fim dos rodízios e a introdução de maior volume de água (acréscimos de produção) em um sistema altamente prejudicado em decorrência dos cortes no abastecimento nos setores onde havia falta de água. Assim, os índices de perdas de água voltaram a crescer atingindo 44% em 1995.

O índice de perdas na RMSP é da ordem de 44%. A situação pode ser ainda mais grave se for considerada a falta de confiabilidade nos volumes micromedidos e faturados utilizados para o cálculo dos índices, uma vez que esses volumes são aqueles referentes à emissão de contas.

Este fato mostra claramente que um Programa de Redução e Controle das Perdas de Água precisa sempre estar em manutenção, envolvendo basicamente 4 tipos de ações, sendo estas:

- Medidas preventivas, visando evitar a ocorrência de perdas, especialmente vazamentos, atuando sobre suas causas potenciais: critérios de projeto que contemplam equipamentos de controle de pressão, especificações para materiais, especificações para manutenção de equipamentos etc;
- Detecção de vazamentos, abrangendo basicamente dois aspectos: a medição e a prospecção;
- Ações corretivas, através de normas e procedimentos de manutenção de redes, dimensionamento adequado de medidores de acordo com o consumo do usuário e a qualidade da água, otimização de consumos operacionais em lavagem de reservatórios, limpezas e desinfecção de redes, descargas sanitárias etc; e
- Otimização de sistema comercial com a redução das ligações clandestinas, manutenção dos hidrômetros, controle absoluto de áreas, faturamento adequado dos grandes consumidores etc. (Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público de Bariri – SP, 2014).

9.1.1 Indicadores de Perdas de Água no Sistema de Abastecimento

Para o estudo de indicadores de desempenho do sistema de abastecimento torna-se necessário o conhecimento das seguintes definições:

- Volume disponibilizado (VD): soma algébrica dos volumes produzidos, exportado e importado, disponibilizado para distribuição no sistema de abastecimento considerado;
- Volume produzido (VP): Volumes efluentes da(s) ETA(s) ou unidade(s) de tratamento simplificado no sistema de abastecimento considerado;
- Volume importado (Vim): Volumes de água potável, com qualidade para pronta distribuição, recebidos de outras áreas de serviço e/ou de outros agentes produtores;
- Volume exportado (VEx): volumes de água potável, com qualidade para pronta distribuição, transferidos para outras áreas de serviço e/ou para outros agentes distribuidores.
- Volume utilizado (VU): soma dos volumes micromedidos, estimado, recuperado, operacional e especial:

- Volume micromedido (Vm): volumes registrados nas ligações providas de medidores;
- Volume estimado (VE): correspondente à projeção de consumo a partir dos volumes micromedidos em áreas com as mesmas características da estimada, para as mesmas categorias de usuários;
- Volume recuperado (VR): correspondente à neutralização de ligações clandestinas e fraudes;
- Volume operacional (VO): volumes utilizados em testes de estanqueidade e desinfecção das redes (adutoras, subadutoras e distribuição);
- Volume especial (VE): volumes (preferencialmente medidos) destinados para corpo de bombeiros, caminhões-pipa, suprimentos sociais (favelas, chafarizes) e uso próprio nas edificações do prestador de serviços;
- Volume faturado (VF): Todos os volumes de água medida, presumida, estimada, contratada, mínima ou informada, faturados pelo sistema comercial do prestador de serviços;
- Número de ligações ativas (LA): providas ou não de hidrômetro, correspondem à quantidade de ligações que contribuem para o faturamento mensal;
- Número de ligações ativas micromedidas (Lm): ligações ativas providas de medidores;
- Extensão parcial da rede (EP): extensão de adutoras, subadutoras e redes de distribuição, não contabilizados os ramais prediais;
- Extensão total da rede (ET): extensão total de adutoras, subadutoras, redes de distribuição e ramais prediais; e
- Número de dias (ND): Quantidade de dias correspondente aos volumes trabalhados. (Plano Municipal de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Ipeúna – SP).

9.1.2 Indicadores Básicos de Desempenho

Os indicadores básicos de desempenho mais utilizados são:

a) Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC);
b) Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF);
c) Índice Linear Bruto de Perda (ILB); e
d) Índice de Perda por Ligação (IPL).

a) Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC)

Relaciona o volume disponibilizado ao volume utilizado pela equação:

$$IPD = \frac{VD - VU}{VD} \cdot 100 \quad (1)$$

VD = volume disponibilizado; e

VU = volume utilizado.

b) Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF)

Relaciona a relação entre o volume disponibilizado e o volume faturado pela equação:

$$IPF = \frac{VD - VF}{VD} \cdot 100 \quad (2)$$

VD = volume disponibilizado; e

VF = volume faturado.

c) Índice Linear Bruto de Perda (ILB)

Relaciona a diferença entre o volume disponibilizado e o volume utilizado à extensão parcial da rede pela equação:

$$ILB = \frac{VD - VU}{EP \cdot ND} \cdot 100 \quad (3)$$

VD = volume disponibilizado;

VU = volume utilizado;

EP = extensão parcial da rede; e

ND = número de dias.

d) Índice de Perda por Ligações (IPL)

Relaciona a diferença entre o volume disponibilizado e o volume utilizado ao número de ligações ativas.

$$IPL = \frac{VD - VU}{LA \cdot ND} \cdot 100 \quad (4)$$

VD = volume disponibilizado;

VU = volume utilizado;

LA = número de ligações ativas; e

ND = número de dias.

9.1.3 Indicadores Intermediários e Avançados

São considerados indicadores intermediários aqueles que, para sua obtenção, são necessárias informações específicas mais refinadas do que as utilizadas na construção dos indicadores básicos. Eles dizem respeito a um isolamento das perdas físicas e refinamento de sua localização específica no sistema.

São considerados indicadores avançados aqueles que, adicionalmente aos atributos dos indicadores básicos, envolvem um considerável esforço de monitoramento e controle operacional dos sistemas. É importante que se criem condições para sua apuração entre os serviços brasileiros, mas reconhece-se que, de imediato, não seriam praticáveis para a maior parte deles.

Entre os principais indicadores intermediários destacam-se:

- Indicadores específicos de perda física relacionada a condições operacionais
    - Índice de Perda Física na Distribuição (PFD); e
    - Índice Linear de Perda Física (ILF).
- Indicadores de desempenho hídrico do sistema
    - Índice de Perda Física na Produção (PFP);
    - Índice de Perda Física na Adução (PFA);
    - Índice de Perda Física no Tratamento (PTR); e
    - Índice Total de Perda Física (TPF).
- Com relação aos indicadores avançados destaca-se:
    - Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP). (Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público de Bariri – SP, 2014).

9.1.4 Indicadores de perda física relacionados às condições operacionais

a) Índice de Perda Física na Distribuição (PFD)

Relaciona o volume fisicamente utilizado (VFU) com o volume disponibilizado (VD).

$$PFD = \frac{VD - VFU}{VD} \cdot 100 \quad (5)$$

VD = volume disponibilizado; e

VFU = volume fisicamente utilizado.

A informação mais estrita de volume utilizado vai incorporar os fatores efetivamente apurados de desvios sistemáticos de micromedição (km) e macromedição (KM), inicialmente igualados a 1, assim como os fatores estatísticos de confiabilidade aplicados sobre os consumos estimados. Para este indicador, as flutuações de km e KM, assim como os desvios estatisticamente admissíveis nos intervalos de confiança de estimativas de consumo, devem ser registradas de forma algébrica e associadas a suas faixas positivas e negativas de variação, e não mais em módulo. Isso faz com que, aplicadas as variações cabíveis, o volume fisicamente utilizado seja uma função do volume utilizado da forma:

$$VFU = VU + \delta m + \delta M \pm \delta E \quad (6)$$

VU = volume utilizado;

δm = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de micromedição;

δM = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de macromedição; e

δE = Desvios estatisticamente fixados de consumo estimado.

b) Índice Linear de Perda Física (ILF)

Relaciona a diferença entre volume disponibilizado e volume fisicamente utilizado distribuído pela extensão total da rede.

$$ILF = \frac{VD - VFU}{ET \cdot ND} \quad (7)$$

VD = volume disponibilizado;

VFU = volume fisicamente utilizado;

ET = extensão total da rede; e

ND = número de dias.

c.) Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP) – indicador avançado

A efetiva comparação de desempenho entre serviços, mediante indicadores de perda física por extensão de rede, como o ILF, apenas será equilibrada se levadas em

consideração as diferentes pressões de serviço nas redes consideradas. De maneira geral não se deve comparar as perdas lineares entre dois sistemas com grandes diferenças de pressões e daí inferir-se qualquer indicação de eficiência operacional. Os serviços que trabalham em condições de maior pressão tendem a ter maiores perdas volumétricas por extensão de rede que os que trabalham em regime de pressões menores, sem que os primeiros sejam necessariamente menos eficientes. A consideração dos efeitos da pressão pode ser feita de duas maneiras, tendo em vista a comparação entre serviços: (i) mediante a fixação de parâmetros de ILF por faixas de pressão, ou (ii) pelo estabelecimento de fatores de ponderação que tornem o ILF relativo, na forma de um Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP).

O segundo procedimento consiste em aplicar para cada setor de pressão um fator de ponderação do Índice Linear de Perda Física, de maneira a se obter um Índice Ponderado de Perda Física, da forma:

$$ILP = \frac{ILF_a \cdot \varphi_a \cdot VD_a + ILF_b \cdot \varphi_b \cdot VD_b + ... + ILF_n \cdot \varphi_n \cdot VD_n}{VD_a + VD_b + ... + VD_n} \cdot 100 \quad (8)$$

IL = índice linear de perda física no setor n;

F_n

φ_n = fator de ponderação de pressão do setor n; e

V = volume disponível para distribuição no setor

D_n n.

O estabelecimento de referências de fatores de ponderação ainda deve ser melhor discutido pelas entidades representativas dos prestadores de serviços, tendo em vista adotar parâmetros que efetivamente reflitam a realidade brasileira. Hoje não se dispõe, ainda, de um levantamento sistemático de pressões associadas a perdas físicas, que permita a construção desses fatores. Por isso, este é considerado um indicador avançado a ser adotado com parâmetro de desempenho apenas quando se detenham informações operacionais suficientes. (Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público de Bariri – SP, 2014).

9.1.5 Indicadores de desempenho hídrico do sistema

Os indicadores de desempenho hídrico do sistema são aqueles que dizem respeito ao aproveitamento de água bruta e à eficiência das estações de tratamento. Sua consolidação com indicadores de desempenho na distribuição pode dar uma ideia do conjunto das perdas de todo o sistema, em uma aproximação de seu desempenho hídrico geral. Estes indicadores são considerados intermediários não tanto pela complexidade de cada um, mas pela necessidade de que sejam associados à indicadores de perdas estritamente físicas.

Inicialmente propõe-se um Índice de Perda Física na Produção que incorpora captação e adução de água bruta e tratamento, tendo em vista as possíveis dificuldades em se estabelecer medições separadas nos diferentes subsistemas. Este indicador depende apenas de uma medição, na saída da captação, além daquela de volume produzido, na saída da ETA ou unidade de tratamento simplificado.

a) Índice de Perda Física na Produção (PFP)

Este índice leva em conta, conjuntamente, as perdas físicas na adução de água bruta e no tratamento.

$$PFP = \frac{VC - VP}{VC} \cdot 100 \quad (9)$$

VC = volume captado; e

VP = volume efluente da ETA.

b) Índice de Perda Física na Adução (PFA)

É um subconjunto do Índice de Perda Física na Produção e a este não pode ser somado. Resulta da relação entre o volume captado (VC) e o volume aduzido (VA) afluente a ETA ou unidade de tratamento simplificado.

$$PFP = \frac{VC - VA}{VC} \cdot 100 \quad (10)$$

VC = volume captado; e

VA = volume aduzido afluente a ETA.

c) Índice de Perda Física no Tratamento (PTR)

A exemplo do anterior, é também um subconjunto do Índice de Perda Física na Produção e por isso não pode ser somado àquele. Resulta de uma relação entre os dados observados de volume aduzido (VA – volume afluente a ETA) e volume produzido (VP – volume efluente da ETA).

$$PTR = \frac{VA - VP}{VA} \cdot 100 \quad (11)$$

VA = volume aduzido; e

VP = volume produzido.

d) Índice Total de Perda Física (TPF)

Será indiretamente composto pelas perdas físicas parcialmente apuradas nos subsistemas de produção e distribuição. Contudo, como estas são calculadas a partir de diferentes parâmetros, não é possível simplesmente soma-las. Será uma função do volume captado (VC), mais o volume importado (VIm), menos o volume exportado (VEx), em relação ao volume fisicamente utilizado (VFU) no sistema.

$$TPF = \frac{(VC + V\,\mathrm{Im} - VEx) - VFU}{VC + V\,\mathrm{Im} - VEx} \cdot 100 \quad (12)$$

9.1.6 Pontos de ação para controle de perdas

Existem diversas ações possíveis para a diminuição de perdas em sistemas de abastecimento de água, a tabela a seguir, retirada do livro 'A hidráulica de todo dia no saneamento' de Daniel Manzi classifica as ações de acordo com o tipo de perda e o campo de atuação.

Tabela 9-1 - Pontos de ação para o controle de perdas

Tipo de perda	Campo de Atuação	Observação
Aparente	Macromedição	Não se controla o que não se mede. Não se controla bem o que não se mede bem. Quanto mais macromedidores necessários para um mesmo sistema, maior a incerteza (que não deve ser superior a 2%)
Aparente	Erros de leitura e manipulação de dados	Erros não metrológicos no processo de faturamento podem chegar a até 2% do volume faturado.

Tabela 9-1 - Pontos de ação para o controle de perdas

Tipo de perda	Campo de Atuação	Observação
Aparente	Comparação permanente entre volumes macro e micromedidos	A simples análise gráfica permite identificar aumentos de perdas reais (vazamentos) ou aparentes (envelhecimento de medidores e fraudes)
Aparente	Determinação de erro médio do parque	Além das características gerais, como tipo, idade e volume acumulado, aspectos locais de uso e qualidade da água podem ter grande influência sobre o desgaste dos medidores.
Aparente	Fiscalização	Muitas instalações já nascem com grandes perdas por fraudes. Diversos erros de instalação - medidores inclinados ou vazamentos na instalação - contribuem para o aumento das perdas aparentes.
Aparente	Grandes consumidores	Grandes receitas merecem grande atenção, bom dimensionamento e uma "visitinha" de vez em quando.
Aparente	Usos não hidrometrados	Usos comuns como hidrantes, prédios públicos, lavagem de ruas e pontos de taxi podem não ser arrecadados, mas devem ser faturados.
Real	Controle ativo de vazamentos	Vazamentos reportados (visíveis) representam menos de 10% do total de perdas reais. O volume de interesse normalmente está oculto.
Real	Histórico de vazamentos por tipo, local e frequência (a cada 100 km de rede/ano ou a cada 1000 ligações/ano)	Frequências elevadas ou em elevação do número de rompimentos pedem controle de pressão. Mapeamento dos eventos orienta o programa de renovação de ativos (trocas de redes e ligações).
Real	Controle de pressão	Redução de pressão diminui a frequência de novos vazamentos e da vazão perdida naqueles já existentes.

Tabela 9-1 - Pontos de ação para o controle de perdas

Tipo de perda	Campo de Atuação	Observação
Real	Avaliação de transitórios hidráulicos	Mais frequente em adutoras e linhas de recalque, os efeitos transitórios de manobras em redes podem ser tão ou mais danosos devido a topologia da rede e ondas de reflexão.
Real	Velocidade e qualidade dos reparos	Realizar reparos com rapidez e qualidade - evitando retrabalhos - é tão importante quanto localizar vazamentos ocultos. As equipes de reparo requerem atenção, treinamentos e recursos tanto quanto as de pesquisa.
Real	Monitoramento da Vazão Mínima Noturna	Novos vazamentos ou manobras inadequadas podem ser identificadas rapidamente apenas com o acompanhamento sistemático da vazão mínima noturna.

9.2 MELHORIAS OPERACIONAIS E AUMENTO DE CONFIABILIDADE DOS INDICADORES

A confiabilidade dos indicadores básicos e a capacitação para produzir indicadores intermediários e avançados dependem de uma série de avanços operacionais que permitam ao gestor do serviço de saneamento avaliar com clareza para onde e em que quantidade é destinada a água, em cada segmento do processo de produção e distribuição. As necessidades específicas de monitoramento já foram apontadas anteriormente.

A seguir são reproduzidos itens recomendados como medidas para a maior confiabilidade das informações operacionais, as quais se aplicam à realidade atual da maioria dos serviços brasileiros. Esses itens devem ser assumidos como linhas de ação para apoio e assistência técnica em seus planos regionais e locais:

- Buscar a qualidade da macro e micromedição como forma de proporcionar valores próximos da realidade;
- Implantar rotinas ágeis e precisas de cálculo e análise dos indicadores, com a informatização dos processos de trabalho;
- Compatibilizar períodos de macro e microleitura;
- Dispor de equipe dedicada, monitorando e analisando a situação, e acionando as demais áreas da empresa em atividades de redução de perdas de água/faturamento;
- Ter 100% de macromedição permanente dos volumes de água bruta e disponibilizada para distribuição;

- Garantir o isolamento das áreas de influência dos macromedidores;
- Dispor de medidores de boa qualidade e resolução, adequadamente dimensionados, instalados e aferidos, com manutenção preventiva e corretiva;
- Assegurar a confiabilidade nos processos de leitura dos macromedidores, incluindo a consistência dos valores apurados;
- Buscar a hidrometração de toda a água consumida;
- Garantir a confiabilidade nos processos de leitura dos hidrômetros por meio de microcoletores, incluindo rotina de análise do volume apurado com base no índice de variação de consumo dos períodos anteriores;
- Implementar política de combate à clandestinidade (furto de água e violação de medidores);
- Manter as informações dos bancos de dados sempre atualizados e coerentes com a realidade; e
- Estabelecer rotinas de manutenção corretiva e preventiva, englobando a troca de hidrômetros quebrados, violados, embaçados e parados, ou com idade vencida. (Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público de Bariri – SP, 2014).

9.3 GERENCIAMENTO DAS PERDAS FÍSICAS

9.3.1 Esquema Geral

O efetivo controle de perdas físicas é feito através de quatro atividades:

- Gerenciamento de pressão;
- Controle ativo de vazamentos;
- Velocidade e qualidade dos reparos; e
- Gerenciamento da infraestrutura.

O gerenciamento de pressões procura minimizar as pressões do sistema e o tempo de duração de pressões máximas, enquanto assegura os padrões mínimos de serviço para os consumidores. Estes objetivos são atingidos pela setorização dos sistemas de distribuição, pelo controle de bombeamento direto na rede (“boosters”) ou pela instalação de válvulas redutoras de pressão (VRPs).

O Controle Ativo de vazamentos se opõe ao Controle Passivo, que é, basicamente, a atividade de reparar os vazamentos apenas quando se tornam visíveis. A metodologia mais utilizada no controle ativo de vazamentos é a pesquisa de vazamentos não visíveis,

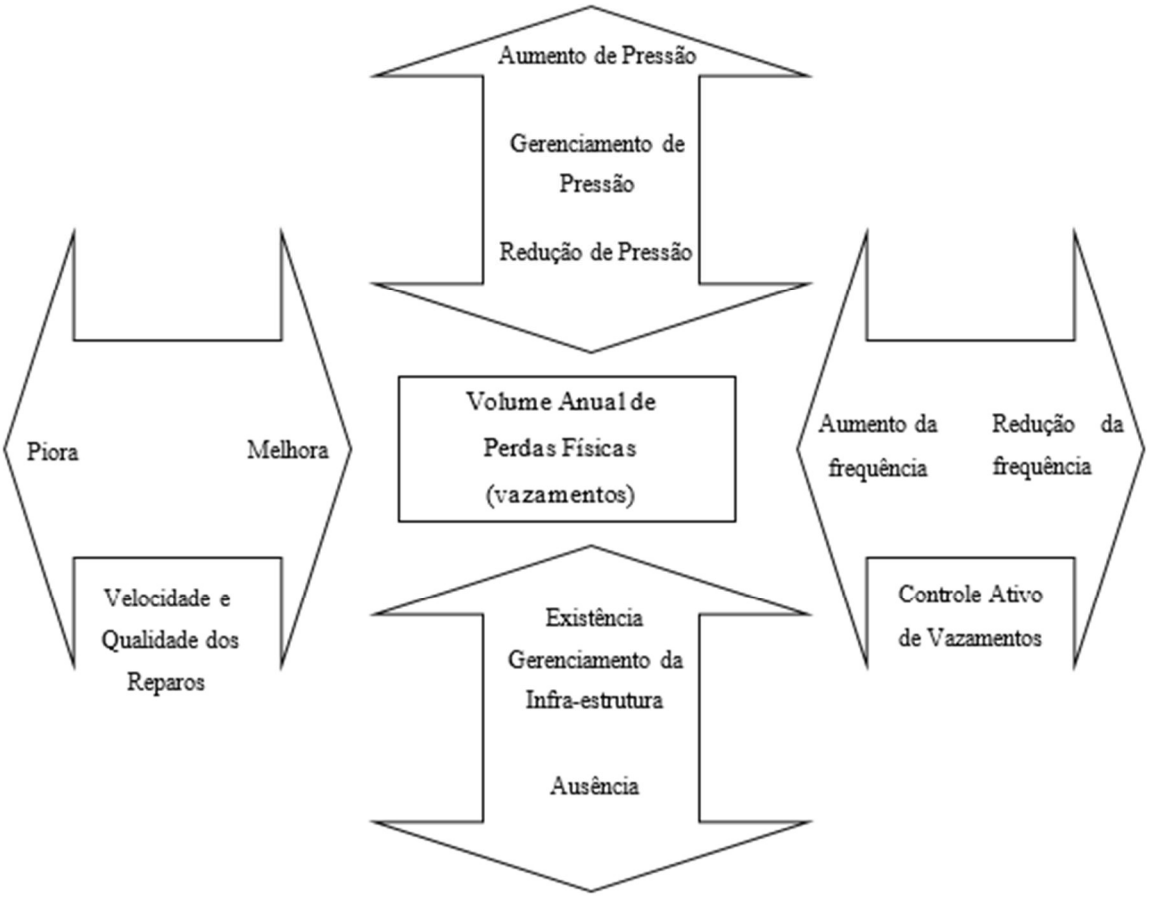
realizada através de métodos acústicos de detecção de vazamentos, ou seja, quanto maior for a frequência da pesquisa, maior será a taxa de volume anual recuperado. Uma análise de custo-benefício pode definir a melhor frequência de pesquisa a ser realizada em cada área.

Com o conhecimento da existência de um vazamento, o tempo gasto para sua efetiva localização e seu estancamento é um ponto chave do gerenciamento de perdas físicas. Entretanto, é importante assegurar que o reparo seja bem realizado. Um serviço de má qualidade resultará em uma reincidência do vazamento, horas ou dias após a repressurização da rede de distribuição.

A prática das três atividades mencionadas anteriormente já traz melhorias à infraestrutura. Portanto, a substituição de trechos de rede deve ser executada após a realização dessas atividades, caso ainda se detectar índices de perdas elevados na área, pois o remanejamento de tubulações é oneroso.

Na Figura 9-1 o tamanho do retângulo representa o volume de perdas físicas de um sistema de distribuição num ano, e que está sendo mantido aquele volume pela combinação das quatro atividades mencionadas. Se há um relaxamento de uma dessas atividades, as dimensões do retângulo irão aumentar naquela direção. Inversamente, se o volume de perdas precisa ser reduzido, é necessário incrementar os esforços e o custo anual de uma ou mais atividades a fim de se reduzir as dimensões do retângulo. (Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público de Bariri – SP, 2014).

Figura 9-1 Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas



9.3.2 Áreas de Controle

A existência de porções bem definidas da rede de distribuição de água é fundamental para o desenvolvimento dos trabalhos de detecção de vazamentos, principalmente para a avaliação dos resultados e controle geral do processo.

A rede de distribuição é dividida em setores de abastecimento e zonas de pressão, que são delimitadas pelo fechamento de registros em pontos determinados. Além dessa divisão, é possível e recomendável definir áreas ainda menores, denominadas Distritos Pitométricos, também perfeitamente estanques, onde se mede a vazão de entrada e, a partir dos dados obtidos, são feitas análises relativas às perdas físicas.

Assim, as perdas setoriais serão possíveis de serem monitoradas após a real implantação dos setores de abastecimento bem como os medidores de vazão a serem instalados na entrada de cada setor. Desta forma, a micromedição irá compatibilizar os hidrômetros situados no referido setor para comparar com a macromedição, indicando um índice de perda para o respectivo setor.

Uma vez implantado a estrutura para obtenção das perdas setoriais deve-se calcular os índices de perdas (descritos anteriormente) para cada setor em períodos mensais. (Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público de Bariri – SP, 2014).

A seguir serão feitas considerações mais detalhadas sobre essas Áreas de Controle.

9.3.2.1 **Setores e Zonas de Pressão**

Cada setor de abastecimento é definido pela área suprida por um reservatório de distribuição (apoiado, semi-enterrado ou enterrado), destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar as pressões da rede. O abastecimento de rede por derivação direta de adutora ou por recalque com bomba de rotação fixa é condenável, pois o controle de pressões torna-se praticamente impossível diante das grandes oscilações de pressão decorrentes de tal situação.

Na setorização clássica, em geral, é necessária a existência de um reservatório elevado, cuja principal função é condicionar as pressões nas áreas de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (principal). Nesse caso, tem-se o setor dividido em zonas de pressão, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem a limites prefixados. Segundo a Norma Técnica NBR 12218/2017 a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 400 kPA (40 mca), podendo chegar a 500 kPa (50 mca) em regiões com topografia acidentada, e a pressão dinâmica mínima de 100 Kpa (10 mca). Valores fora dessa faixa podem ser aceitos desde que justificados técnica e economicamente.

Para efeito de dimensionamento, recomenda-se que as tubulações utilizadas no abastecimento de água, devem suportar uma pressão mínima de 1.000 kPa (100 mca), mesmo tendo por norma que as pressões máximas devem ser iguais a 50 mca. Assim, recomenda-se sempre a utilização de tubos de PVC Classe 20, pois estes suportam pressões de até 100 mca.

Na implantação de um sistema de abastecimento, pela setorização clássica, a definição das zonas de pressão é feita tomando como base a limitação da pressão estática máxima em 50 mca no ponto mais baixo da zona de pressão, e a limitação da pressão dinâmica mínima em 10 mca no ponto crítico da zona de pressão. O ponto crítico é aquele, dentro da zona de pressão, onde se verifica a menor pressão dinâmica, isto é, o ponto mais elevado ou mais distante em relação ao referencial de pressão (reservatório, boosters ou

VRP). Com o passar do tempo, o ponto crítico pode se deslocar devido ao aumento de rugosidade em função da idade da tubulação, tendendo a se localizar inicialmente no ponto mais alto da zona de pressão e, futuramente, nos pontos mais distantes em relação ao referencial de pressão. Ele é utilizado para se estimar o potencial de redução de pressão da área, além de ser um ponto de controle de abastecimento. A mínima pressão aceitável neste ponto pode variar entre as companhias de saneamento. Entretanto, em muitas áreas, a pressão mínima das redes de distribuição, de 10 a 15 mca de carga, manterá o abastecimento de forma satisfatória. (Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público de Bariri – SP, 2014).

9.3.2.2 **Distritos Pitométricos**

Entende-se por Distrito Pitométrico (DP) a área perfeitamente delimitada, por meio de fechamento de registros, ou naturalmente por acidentes geográficos, avenidas, linhas férreas, ou outros, cuja fonte de alimentação é conhecida e mensurável por meio de processos pitométricos.

A implantação de DPs, além de apresentar benefícios diretos, tais como a indicação de vazamentos não-visíveis e de ligações clandestinas, gera benefícios indiretos, como manutenção preventiva de peças especiais (registros, hidrantes etc.), melhor adequação da rede, permitindo o isolamento de pequenas áreas para serviços de reparos, maior flexibilidade nos fluxos d' água, advinda das interligações para eliminação de pontos mortos, e levantamentos sistemáticos de dados operacionais e de projeto (vazões e pressões).

O tamanho de um DP deve levar em conta os seguintes fatores:

- Homogeneidade do consumo: tanto quanto possível, o DP deve conter consumidores da mesma classe (residencial, comercial ou industrial);
- Linha de alimentação: a dimensão da linha ou linhas de alimentação do DP deve ser suficiente para abastecer a área sem problemas e ter velocidades de água compatíveis com os limites de precisão dos aparelhos de medição de vazão;
- Fechamento de registros: a quantidade de registros a serem fechados para isolar o DP não deve ser maior do que vinte (20);
- Número de ligações: é recomendável um número entre 1.000 ligações e 3.000 ligações, pelas dificuldades de análise das medições das vazões mínimas noturnas; e

- Extensão: deve ser tal que o tempo de preparação do DP não seja maior que o tempo que se gastaria para pesquisá-lo acusticamente. É recomendável que a extensão total da rede não ultrapasse 25 km.

Quanto a quantidade de pontos de medição de um DP é preferível ter apenas uma linha alimentadora, bastando para medição global a instalação de uma única Estação Pitométrica (EP), que deve se localizar a uma distância equivalente a 10 diâmetros a montante e a 20 diâmetros a jusante de qualquer singularidade na tubulação (curvas, válvulas, etc).

É possível, contudo, que o Distrito Pitométrico seja servido por mais de uma linha de alimentação ou que uma de suas linhas esteja abastecendo outro Distrito. Nesses casos devem estar previstas tantas Estações Pitométricas quantas forem necessárias, para que através de medições simultâneas de vazão, se obtenha o hidrograma de consumo na área em questão.

9.4 PARÂMETROS BÁSICOS DE CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA

9.4.1 Nível Mínimo de Vazamentos

É impossível reduzir à zero o número de vazamentos na rede de distribuição, seja por limitações tecnológicas dos equipamentos de detecção, seja por razões econômicas, envolvendo os custos requeridos para se ter tal estrutura funcional na empresa em contrapartida aos benefícios auferidos.

O nível mínimo de vazamentos aceitável agrega os vários pontos de fuga que são muito pequenos para serem descobertos pelos métodos usuais de detecção, geralmente ocorrendo nas juntas nas redes ou nos ramais prediais. Este número engloba, portanto, o conceito de “Vazamentos Inerentes”, ou seja, são os vazamentos não-visíveis não detectáveis através dos equipamentos de pesquisa atualmente disponíveis (vazões muito baixas, que ocorrem geralmente nas juntas e nos estágios iniciais dos processos de corrosão). A este número deve ser somado um volume relativo ao tempo mínimo para o conserto dos vazamentos visíveis e um volume relativo ao tempo aceitável para a detecção e conserto dos vazamentos não-visíveis.

Estudos recentes procuram definir um padrão universalmente aceito para o nível mínimo de vazamentos entre distintas área ou companhias de saneamento, que apresentam diferentes densidades de ligações, comprimentos e materiais dos tubos,

pressões de operação e outras condições de infraestrutura. Este nível mínimo aceitável denomina-se “Perda Inevitável”.

9.4.2 Vazão Mínima Noturna

Em sistemas de abastecimento de água, as vazões consumidas pelos clientes variam ao longo do dia (e também ao longo dos meses, em função da sazonalidade). Geralmente o pico de consumo se dá entre 12h00 e 14h00, caindo gradativamente até atingir o consumo mínimo entre 3h00 e 4h00 da madrugada.

Nos horários onde ocorre a vazão mínima, há evidentemente uma correspondência com as atividades humanas que demandam água: os consumos residenciais são muito pequenos, as atividades comerciais e públicas estão paralisadas e uma grande parte das indústrias também não está funcionando. É justamente nessa hora onde se pode ter uma boa avaliação das vazões que escapam pelos vazamentos na rede de distribuição. Tais vazamentos, portanto, nesses horários, englobam parcela significativa das vazões medidas.

A análise da Vazão Mínima Noturna constitui-se em uma das ferramentas mais utilizadas para a avaliação das perdas físicas, desde que se atente para:

- A correta definição do ponto de medição;
- O emprego adequado dos equipamentos de medição;
- A segurança quanto à estanqueidade da área de análise;
- O conhecimento (medido e estimado) dos consumos próprios da área no instante da vazão mínima noturna (indústria, principalmente).

Em setores de distribuição de água que não possuem macromedidores de vazão ou em casos em que os medidores não funcionam de maneira satisfatória, é dificultada a estimativa das perdas de água setorial. No entanto, em alguns casos é possível obter a vazão mínima distribuída para este setor e obter o Fator de Pesquisa (FP) descrito no item a seguir.

Para tanto, este procedimento é possível para situações em que há um reservatório que abastece unicamente o referido setor.

Assim, foram recomenda-se os seguintes procedimentos no campo:

- No horário da madrugada, das 02 às 03 horas, deve monitorar a variação do nível de água nos reservatórios que abastecem os referidos setores, sendo mantida as entradas de água nestes interrompidas, através do fechamento de registros ou desligamento

dos conjuntos motor-bombas que recalcam para estas unidades. No dia anterior, deve ser verificado junto ao setor de operação para garantir que os referidos setores estejam devidamente abastecidos, ou seja, sem abastecimento intermitente. Nesta situação está garantido que as redes estão em carga. Assim, a variação do nível do reservatório no referido horário representava a vazão mínima noturna, pois é possível monitorar o volume que rebaixou do reservatório durante o período de 1 hora, sendo, portanto obtida a vazão;

- Tal vazão deve ser comparada com a vazão esperada na teoria, sendo está estimada através do indicador que no período da vazão mínima noturna pode-se adotar que cada habitante irá consumir dois (2) litros por hora. Assim, de posse do número de moradores do setor, multiplica-se pelo indicador de 2 Litros/habitante x hora, obtendo desta forma a vazão esperada mínima no período da madrugada, sendo este valor sem considerar as perdas físicas. Assim, comparando as vazões obtidas pelo rebaixamento do nível do reservatório com as vazões esperadas, será possível verificar a possibilidade de existência de vazamentos;
- Caso a vazão teórica for igual ou maior que a vazão de saída de água no horário da mínima noturna conclui-se que não tem perda física no setor;
- Caso a vazão de saída de água no horário da mínima noturna for superior a 20% da vazão teórica, conclui-se grande possibilidade de vazamentos físicos no sistema de distribuição de água. (Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público de Bariri – SP, 2014).

9.4.3 Pressão Média Noturna

O conhecimento das pressões reinantes na área de estudo no instante em que ocorre a Vazão Mínima Noturna agrega outra ferramenta para se planejar e avaliar os vazamentos e as formas de combatê-los.

É aconselhável que os estudos adotem um ponto específico da rede (representativo da pressão média noturna) para controle da performance do sistema (medições de pressão). Um outro ponto de controle a ser adotado é o Ponto Crítico, que é aquele mais distante do referencial de pressão ou de maior cota, onde ocorre a menor pressão dinâmica. É muito importante nos programas de controle de pressão, pois é um indicador do potencial de pressão a ser reduzida.

9.4.4 Fator de Pesquisa

Fator de Pesquisa (FP) é a relação entre a vazão mínima noturna de um DP e a sua vazão média, dada em porcentagem:

$$FP = \frac{Q_{mínima-noturna}}{Q_{média}} x100(\%) \quad (13)$$

O Fator de Pesquisa é um parâmetro que dá indicações fortes sobre a existência de vazamentos na área. Valores altos significam grande potencial de retorno nos trabalhos de pesquisa acústica para detecção dos vazamentos e valores baixos indicam comportamento das vazões que não exige a continuidade dos estudos e nem a pesquisa acústica subsequente.

Desta forma, quando o fator de pesquisa for superior a 0,30 (segundo experiências da AESBE e Saneago), recomenda-se a ação de pesquisa de vazamento não visível no setor de análise, quando esse fator superar 0,50 existe uma grande probabilidade de existirem vazamentos significativos no local.

9.5 CONTROLE E GESTÃO DE PERDAS

Com o objetivo de orientar os profissionais que atuam com foco no controle e combate às perdas de água, foram elaborados alguns procedimentos a serem adotados para que se mantenha um acompanhamento ativo na detecção de qualquer anormalidade apresentada no sistema de abastecimento de água de um setor. Os acompanhamentos foram divididos em diários, semanais, mensais e anuais.

9.5.1 Acompanhamento Diário

Para acompanhamento diário o gestor deve se atentar aos seguintes parâmetros:

9.5.1.1 **Verificação do Volume Diário Distribuído;**

Avaliar diariamente o volume distribuído em cada setor de abastecimento e realizar um comparativo com o volume esperado. O volume esperado foi denominado como “Meta”.

A meta é calculada pelo valor micromedido em cada setor, acrescido do índice de perdas do mesmo. Na Tabela 9-2 é apresentado um modelo de planilha para o controle supracitado.

Tabela 9-2. Planilha para controle diário de distribuição

CONTROLE DIÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO				
N° Setor	**Setor**	**Data**	**Volume distribuído (m³/dia)**	***Meta (m³/dia)**
***Meta - Volume distribuído esperado (Consumo micromedido do setor + x% de perdas)**				

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

A partir do preenchimento diário da planilha, é possível realizar um comparativo do volume distribuído real, com a meta. A discrepância entre os dois valores pode gerar o indicativo de algum problema no sistema de abastecimento, seja por vazamento ou ligações irregulares, permitindo assim, uma ação corretiva em um curto período de tempo.

9.5.1.2 Verificação da mínima noturna e fator de pesquisa em todos os setores de abastecimento;

Como supracitado nos tópicos 9.4.2 e 9.4.4 a mínima noturna e o fator de pesquisa são duas importantes ferramentas para o controle e combate as perdas de água. No Anexo 9.1 é apresentada uma planilha para controle dos valores da mínima noturna e do fator de pesquisa para cada setor de abastecimento.

9.5.2 Acompanhamento Semanal

Além dos procedimentos das análises diárias, semanalmente o gestor deve-se atendar aos resultados das seguintes atividades:

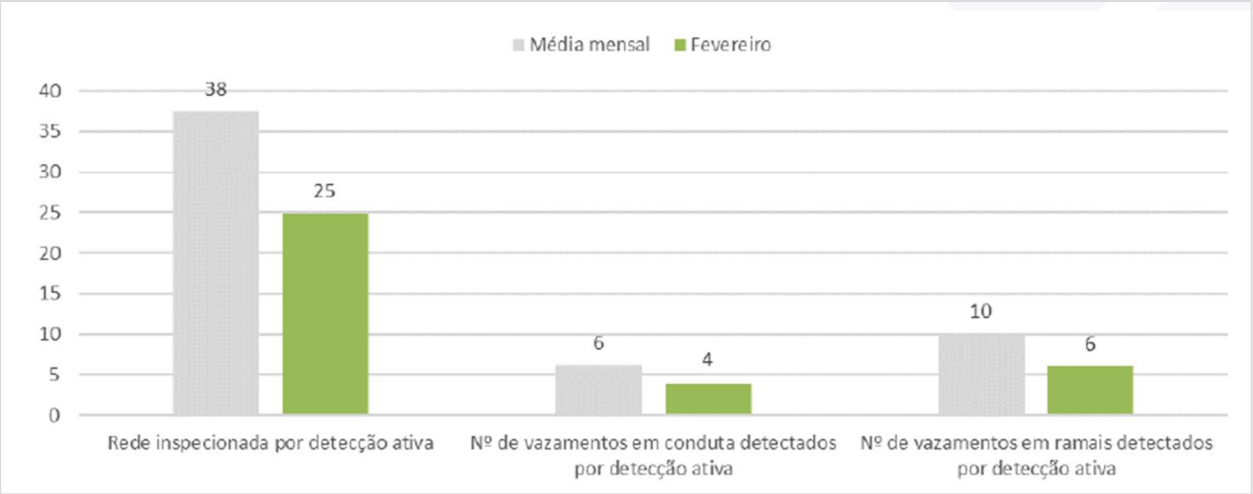
- Km percorrido pela equipe de pesquisa de vazamento;
- Número de vazamento detectados, separados em vazamentos visíveis, não visíveis e ramais;
- Tempo de reparo dos vazamentos;
- Identificação de ligações irregulares;
- Análise do aumento ou diminuição do volume distribuído;
- Análise do aumento ou diminuição do volume micromedido.

9.5.3 Acompanhamento Mensal

O acompanhamento mensal deve ser a compilação das informações coletadas ao longo dos acompanhamentos supracitados (diário e semanal). A partir dos dados obtidos, o gestor deve produzir gráficos de desempenhos para melhor visualização desses indicadores.

Ao longo do tempo, o gestor vai possuir um banco de dados de referência, permitindo realizar comparativos entre semanas e meses anteriores, como é apresentado na Figura 9-2.

Figura 9-2. Exemplo de comparativo mensal de desempenho

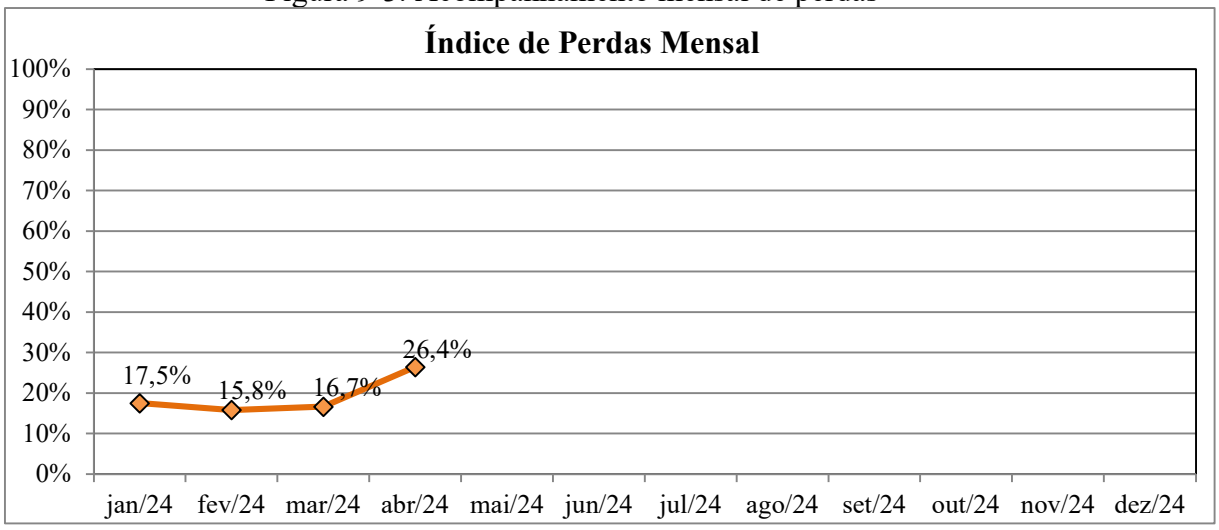


Fonte: Novaes Engenharia,2024.

Vale salientar que os dados apresentados na figura acima são meramente ilustrativos, apenas com o objetivo de ilustrar uma forma gráfica de apresentação.

Mensalmente deve ser analisado o IPD, utilizando a metodologia apresentada no item 9.1.1. A partir dos resultados obtidos, é possível ilustrar em forma gráfica, como é apresentado na Figura 9-3.

Figura 9-3. Acompanhamento mensal de perdas



Fonte: Novaes Engenharia,2024.

9.5.4 Acompanhamento Anual

O acompanhamento anual será a compilação dos resultados de todas as atividades supracitadas, onde será possível realizar o balanço de um ciclo fechado de análises.

Outro importante ponto a se avaliar anualmente é a confiabilidade das leituras dos macromedidores de vazão. Para isso, recomenda-se que seja contratada uma empresa especializada para realizar a aferição do equipamento pelo menos uma vez ao ano.

9.6 APLICAÇÃO DE INDICADORES DE PERDAS PARA O MUNICÍPIO DE BEBEDOURO

Como já abordado, o estabelecimento de indicadores para um sistema de abastecimento passa diretamente por um monitoramento confiável e bem feito. Com acompanhamento constante de vazões, pressões e outros dados oriundos do sistema.

Para que seja possível a aplicação dos indicadores descritos ao município de Bebedouro, é necessário que o sistema de abastecimento de água seja setorizado de fato, não ocorrendo misturas entre os setores e sendo realizado o monitoramento de vazão de consumo de cada um deles. Dessa forma, o Produto 5 do presente relatório apresenta uma proposta de setorização com implantação de macromedidores, sendo assim possível a aplicação dos métodos descritos.

Diante disso, visando a avaliação dos volumes do sistema de abastecimento do município de Bebedouro, foi elaborado o balanço hídrico utilizando dados

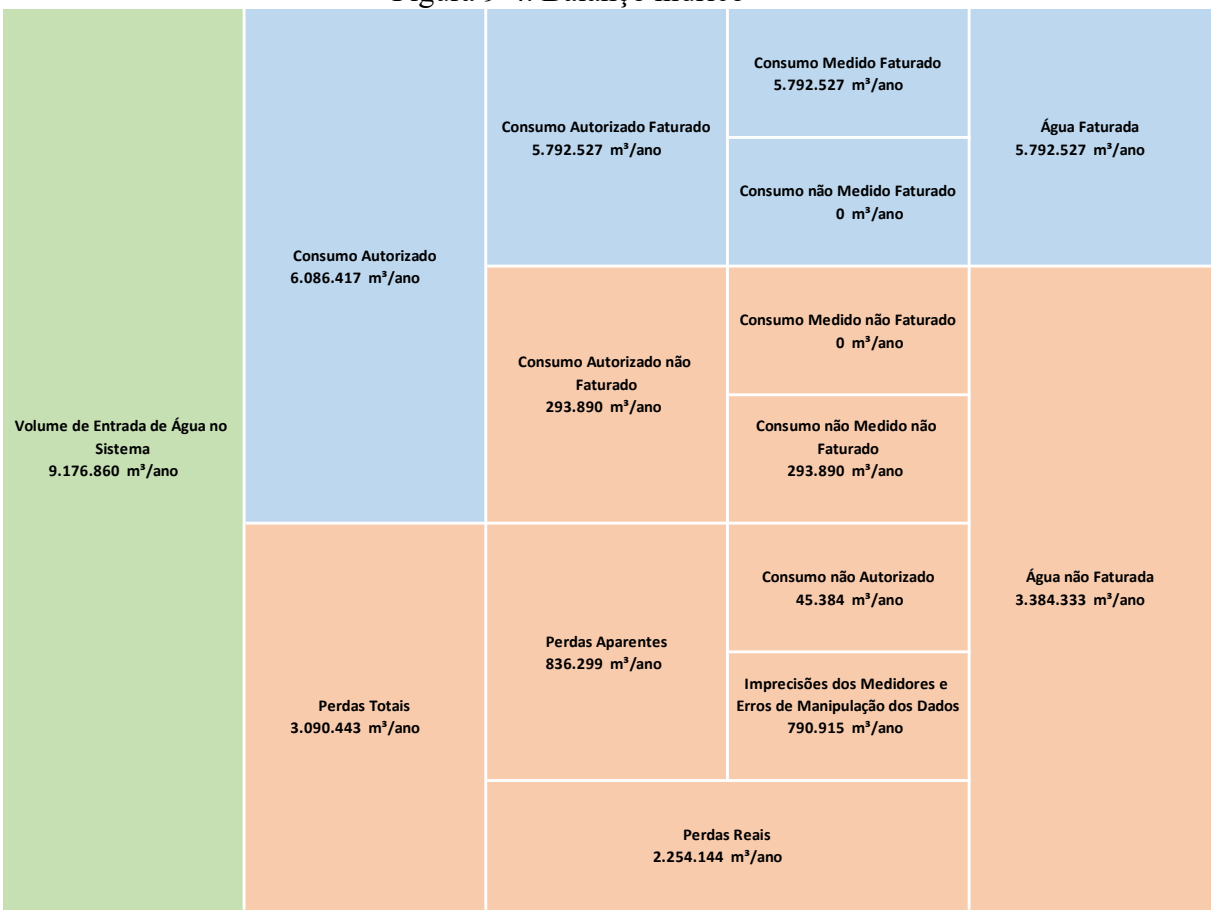
disponibilizados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto do município de Bebedouro – SAAEB AMBIENTAL.

9.7 ÍNDICE DE PERDAS E BALANÇO HÍDRICO

9.7.1 Balanço hídrico

Com o auxílio da planilha digital WB-EasyCalc versão 6.17 padronizada pelo IWA (International Water Association), foi possível apurar o Balanço Hídrico do sistema de abastecimento de água de Bebedouro, apresentando na Figura 9-4 os valores apurados com referência ao ano de 2023.

Figura 9-4. Balanço hídrico



Fonte: Novaes Engenharia,2024.

Para a apuração do Balanço Hídrico foram compilados dados fornecidos pela Equipe Técnica do SAAEB e inseridos nas tabelas da planilha digital WB-EasyCalc conforme descrito a seguir.

- **Volume de Entrada de Água no Sistema**

Foram adotados os valores fornecidos pela Equipe Técnica do SAAEB informados em planilha digital denominada “Produção 2023”.

No documento constam os volumes produzidos pelos poços e pelas Estações de Tratamento de Água (ETA) 1 e 2. No caso das ETAs, o volume registrado se refere ao volume registrado de recalque de água bruta das captações superficiais.

A margem de erro foi calculada com base nas informações apresentadas na Tabela 9-3, levando-se em consideração o tipo de medidor existente e a frequência de aferição.

Tabela 9-3. Formas de medição de vazão x erro considerado

Item	Forma de medição	Erro considerado (%)
1	Macromedidor eletromagnético ou ultrassônico carretel com laudo de aferição dentro do prazo de validade de 1 ano	± 0,5
2	Macromedidor eletromagnético ou ultrassônico carretel sem laudo de aferição, ou com prazo de validade superior a 1 ano	± 2,0
4	Macromedidor mecânico tipo Woltmann sem laudo de aferição	± 8,0
5	Sem macromedidor instalado	± 10,0

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

- **Consumo Medido Faturado**

O valor adotado para análise foi obtido a partir de planilhas digitais fornecidas pela Equipe Técnica do SAAEB, onde constam o consumo mensal micromedido das ligações existentes no município (período de janeiro a dezembro de 2023. O volume total de água consumido e micromedido durante o ano de 2023 é de 5.792.527 m³.

- **Consumo Medido não Faturado**

Segundo informações, todas as ligações medidas do município são faturadas.

- **Consumo não Medido e não Faturado**

Foram considerados nesse tópico os volumes consumidos em Uso Social (praças e parques públicos), Lavagem de Filtros de ETAs e Utilizadas em Processos.

Pelo fato de não haver equipamentos de medição, adotou-se uma margem estimada de erro de ±10%.

- **Consumo não Autorizado**

Entre os consumos não autorizados são destacadas as ligações clandestinas, que durante o ano de 2023 foram registradas um total de 240.

Também são contados neste tópico os hidrômetros danificados e outras irregularidades no equipamento de medição que influenciam nesse consumo, sedo registradas durante o ano de 2023 um total de 4 ocorrências.

Devido a possibilidade de ainda existirem mais ligações clandestinas foi aplicado um índice de incerteza de ± 10%.

Quanto a população por residência, está sendo considerado o valor apurado no último Censo do IBGE (2022) que é de 2,7 habitantes.

- **Imprecisão dos Medidores e Erros de Manipulação de Dados**

Esse valor foi calculado levando em consideração as incertezas associadas aos hidrômetros devido à sua idade.

Para esse cálculo, foi utilizado o Guia Prático de Procedimentos para Estimativa de submedição no Parque de Hidrômetros da AESBE (Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento).

Esse guia atribui porcentagens de desempenho para cada faixa de idade dos hidrômetros, e com base no consumo medido por cada faixa de idade tem-se um volume submedido estimado de 697.886 m³, conforme pode ser verificado na Tabela 9-4.

Tabela 9-4. Imprecisões dos medidores e erros de manipulação de dados parque de hidrômetros de Bebedouro

FAIXA DE IDADE (anos)	**IDM (%)**	**VOLUME SUBMEDIDO (m³/ano)**
1 a 5	90%	503.372
6 a 8	85%	161.274
9 a 10	80%	14.030
> 10	75%	18.717
> 20	70%	493
VOLUME TOTAL SUBMEDIDO NO ANO		**697.886**

Fonte: Novaes Engenharia,2024.

- **Redes de Distribuição e Adutoras**

A extensão da rede de água adotada foi apurada com base nos trabalhos da atividade 02 (Revisão/Atualização do Cadastro Técnico das Redes de Adução e Distribuição de Água), executados durante o andamento do presente plano.

O número de clientes ativos foi extraído da planilha digital fornecida.

O comprimento médio do ramal predial, do limite da propriedade até o hidrômetro, foi calculado com base no resultado do trabalho de espacialização das ligações executado durante o processo de atualização cadastral. A esse resultado foi atribuída uma margem de erro de ± 10%.

- **Pressão média**

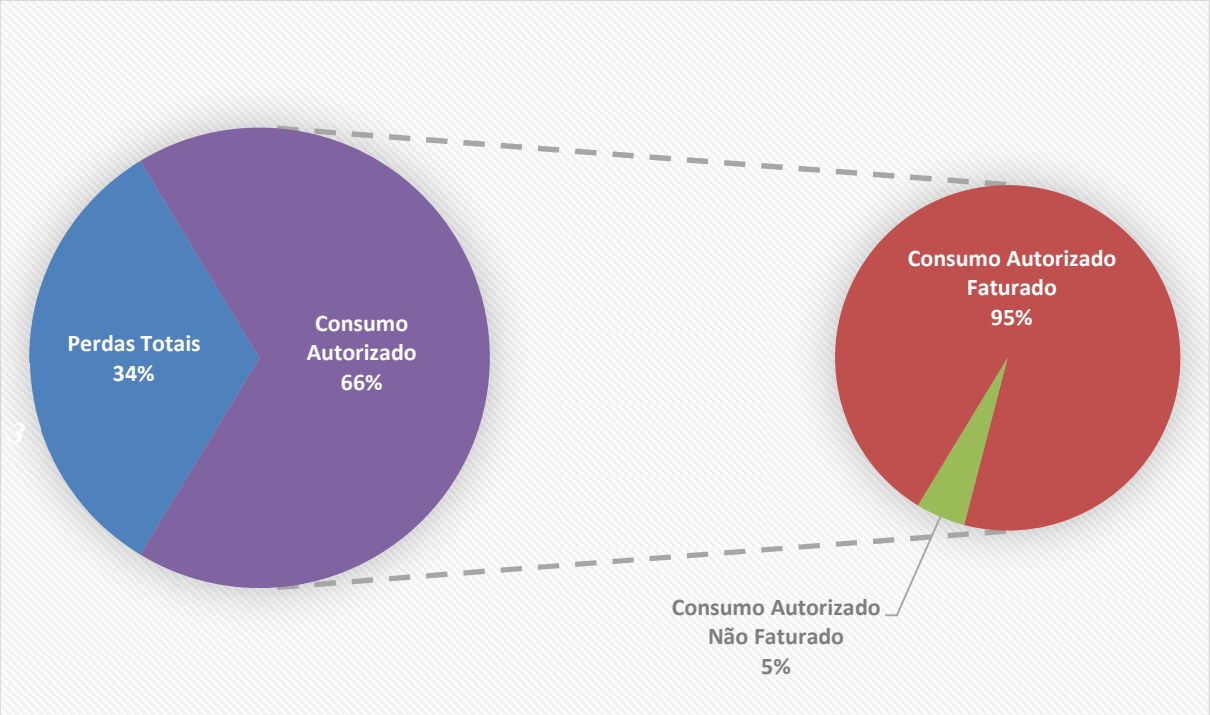
De acordo com o produto 07 (Gerenciamento de Pressões) do presente plano, a pressão média aferida até o presente momento foi de 36,6 m.c.a, com uma margem de erro de +- 5%.

9.7.1.1 Componentes do Balanço Hídrico e Fragmentação das Perdas

No balanço hídrico exposto acima, de todo volume de água produzido (Volume de Entrada de Água no Sistema), 66,3% representam o Volume Autorizado Consumido e 33,7% representam as Perdas Totais no Sistema.

A proporção do Consumo Autorizado é fragmentada em Consumo Autorizado Faturado e Consumo Autorizado não Faturado, onde estima-se que apenas 5% do Consumo Autorizado não é faturado, sendo responsáveis por esse índice as ligações de uso de água social (praças públicas por exemplo) e os volumes utilizados no processo de tratamento de água (veja o gráfico da Figura 9-5).

Figura 9-5. Gráfico das proporções de consumos e perdas



Fonte: Novaes Engenharia,2024.

Sabendo que o consumo autorizado faturado é o consumo responsável por gerar sustentabilidade financeira na autarquia, e que, o atual consumo autorizado não faturado tem pouca significância no montante produzido, percebe-se então, que o caminho para a maximização do consumo faturado se dá, principalmente, através da minimização de perdas.

Ainda de acordo com os resultados do balanço hídrico, é possível identificar que as perdas totais no sistema de distribuição de água estão estimadas em 34%, a qual é subdivida em perdas aparentes e perdas reais.

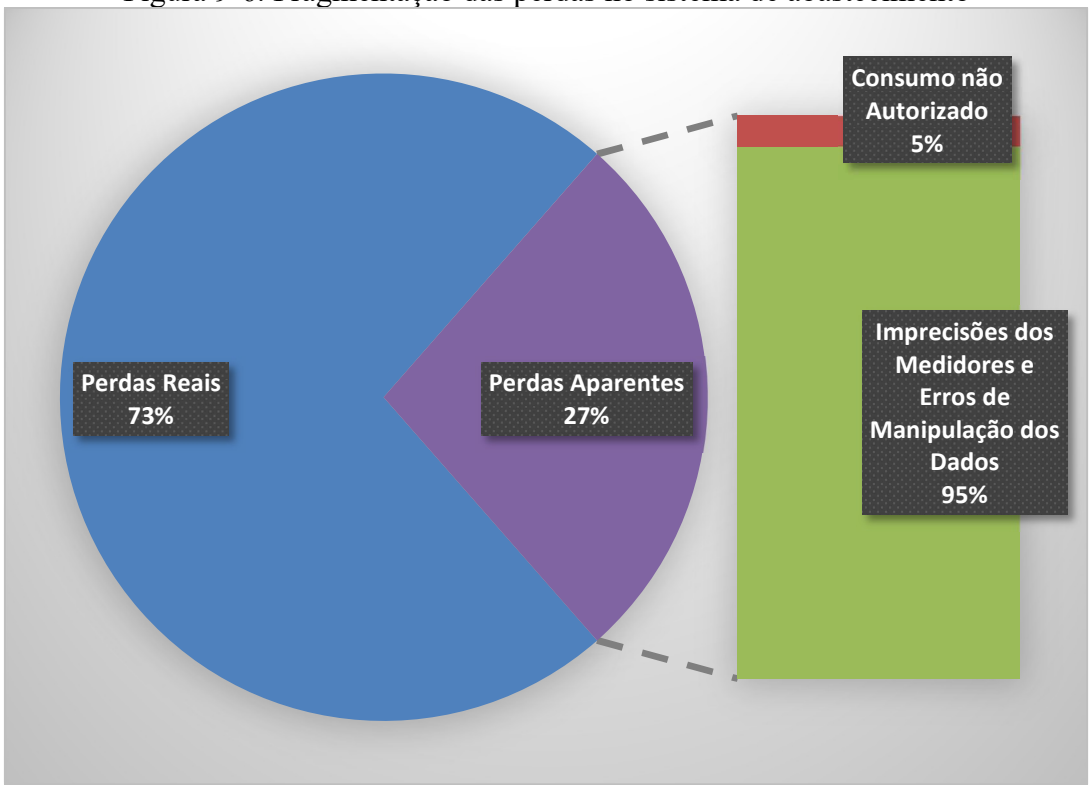
Desta fração perdida na distribuição, estima-se que 73% refere-se às perdas reais, nas quais, são desencadeadas por fatores físicos como vazamentos e extravasamentos.

Em contrapartida, o balanço traz a estimativa de que 27% da perda de distribuição seja do tipo perda aparente, na qual, é oriunda do consumo não autorizado, por meio de fraudes e ligações clandestinas, bem como, por meio da submedição causada por imprecisões dos medidores e erros de manipulação dos dados.

Como pode ser observado no gráfico da Figura 9-6 , do montante das perdas aparentes apenas 5% referem-se ao consumo não autorizado resultante das ligações clandestinas e “by-pass” detectados no sistema durante o ano de 2023, enquanto que 95% do montante se refere principalmente à imprecisão dos medidores de consumo.

Quanto ao elevado índice de perda relativo à imprecisão dos medidores, é possível este ser resultante pelo fato da maior parte desses medidores estarem dimensionados para uma faixa mais elevada de consumo, ocasionando o retardamento do início dos registros em velocidades mínimas de vazão.

Figura 9-6. Fragmentação das perdas no sistema de abastecimento



Fonte: Novaes Engenharia,2024.

As perdas de água são importantes indicadores de eficiência em um sistema de saneamento, de maneira que o gerenciamento deve estar constantemente direcionando esforços para a mitigação destes fatores, visto que, a diminuição de perdas representa minimização de custos operacionais e aumento de receita. Logo, além de uma profunda investigação na perda de distribuição, é fundamental o conhecimento da perda comercial.

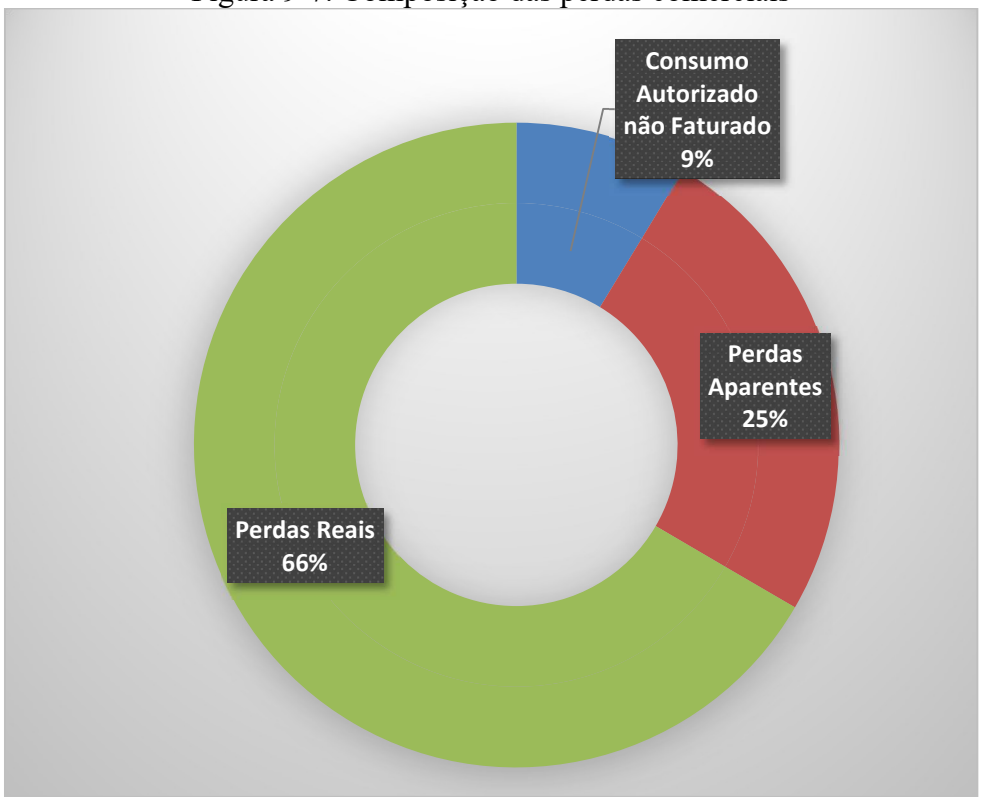
Segundo o balanço hídrico pelo método da IWA, a perda comercial é resultante da perda total de distribuição somada ao montante de água consumido autorizado, mas que não é faturado.

O consumo autorizado não faturado é aquele consumo oriundo dos usos próprios, como a água usada na limpeza dos filtros e decantadores da ETA, bem como, utilizados em combates à incêndios, lavagem de ruas, abastecimento de caminhões-pipas

direcionados às situações emergenciais em escolas, hospitais, favelas e demais usos que não geram receita.

A perda comercial que representa um total de 37% do volume total que é produzido, é composta por 66% de perdas reais, 25% pelas perdas aparentes e 9% pelo consumo autorizado, porém não faturado. A Figura 9-7 apresenta uma visualização estimativa da composição da perda comercial.

Figura 9-7. Composição das perdas comerciais



Fonte: Novaes Engenharia,2024.

Diante o cálculo do balanço hídrico e das análises realizadas com tais dados, é válido ressaltar os seguintes levantamentos referentes a composição dos componentes do balanço e das perdas estimadas para o sistema:

- As perdas de distribuição de água representaram em 2023, 34% do volume de água que entrou no sistema, o que é equivalente a 3.090.443 m³ no ano;
- A fração de água que entrou no sistema durante o ano e que se referiu ao consumo autorizado e faturado pelo SAAEB, foi o equivalente a 5.792.527 m³, representando 63% de todo o volume produzido;

- De todo consumo autorizado, apenas 0,5% não é faturado. Esse consumo não faturado representa o volume consumido pelos clientes isentos de cobrança e foi o equivalente a 293.890 m³;
- Estimou-se que 73% das perdas totais são do tipo perdas reais, as quais, representam um volume de 2.254.144 m³ no ano;
- A perda aparente representa 27% das perdas totais, de maneira que é composta majoritariamente pela submedição dos medidores instalados, além de uma pequena parcela se referir ao consumo não autorizado;
- A perda comercial total representou 37% de todo volume que entra no sistema, que foi o equivalente a 3.384.333 m³ em todo o período;
- Os principais componentes da perda comercial foram as perdas físicas e as imprecisões dos medidores.

10. DIAGNÓSTICO DA MICROMEDIÇÃO

Apresenta-se neste relatório um diagnóstico do parque de hidrômetros do município e a proposição de melhorias para redução de perdas aparentes, contribuindo para atendimento das metas do Plano Diretor de Combate às Perdas de Água.

As perdas aparentes correspondem ao volume de água consumido, mas não registrado pelo prestador de serviço de saneamento, decorrente de erros de medição nos hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Nesse caso, então, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada. Portanto, o impacto das perdas aparentes é sentido diretamente no faturamento da concessionaria.

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), os hidrômetros precisam ser aferidos em no máximo cinco anos de uso, pois estes perdem sua precisão devido ao desgaste do rolamento do equipamento, comprometendo a eficiência em apontar o real volume consumido.

Entretanto, a idade do parque de medidores não deve ser o único fator analisado para a gestão do sistema. A adequada coleta dos dados registrados pelos medidores, bem como o tratamento, armazenamento e monitoramento desses dados, é fundamental para assegurar um gerenciamento eficiente do sistema de micromedição e o efetivo combate às perdas aparentes.

10.1 DIAGNÓSTICO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS

Compreender a situação atual do sistema de micromedição do município é essencial para a elaboração do Plano Diretor de Perdas de Água. Identificar possíveis pontos de melhoria não só impacta o faturamento do serviço de saneamento, mas também tem o potencial de aprimorar a qualidade do serviço prestado e aumentar a eficiência do sistema.

De acordo com dados fornecidos pela gerenciadora do sistema de micromedição do município, existem 33.995 hidrômetros instalados, e em sua base de dados os consumidores são estratificados por categorias de consumo, como apresentado pela Tabela 10-1.

Tabela 10-1. Segmentação do consumo micromedido segundo categoria de consumo

Tipo	Quantidade	Percentual
Residencial	31.317	92,2%
Comercial	2.407	7,1%
Público	189	0,6%
Industrial	36	0,1%
Social	6	0,0%
Total	33.955	100,0%

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Com base na análise do histórico de medição, foi possível classificar, por categoria, a quantidade de ligações em cada faixa de consumo, conforme apresentado na Tabela 10-2 . E como demonstrado na Tabela 10-3, mais da metade dos consumidores está na menor faixa tarifária, predominantemente composta por residências familiares. Em contrapartida, os grandes consumidores, que se enquadram na faixa tarifária mais elevada e têm maior impacto no faturamento dos serviços de água e esgoto, representam menos de 1% do total de ligações.

Tabela 10-2. Estratificação das ligações por categoria e faixa de consumo

Categoria	Faixa de Consumo (m³/mês)					
	1 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	>50
Residencial	15.531	12.151	2.686	546	148	255
Comercial	1.636	497	156	47	23	48
Público	61	39	15	10	9	55
Industrial	20	8	-	3	-	5
Social	1	2	1	1	1	-
Total	17.249	12.697	2.858	607	181	363

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 10-3. Percentual de ligações por faixa de consumo

Faixas de Consumo (m³/mês)	Quant.	Percentual
1 a 10	17.249	51%
11 a 20	12.697	37%
21 a 30	2.858	8%
31 a 40	607	2%
41 a 50	181	1%
>50	363	1%

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Baseado na data de instalação do medidor, a Tabela 10-4 apresenta o quantitativo de medidores por faixa de idade e em percentual, a representatividade de cada faixa em relação ao total.

Tabela 10-4. Idade dos medidores do município de Bebedouro

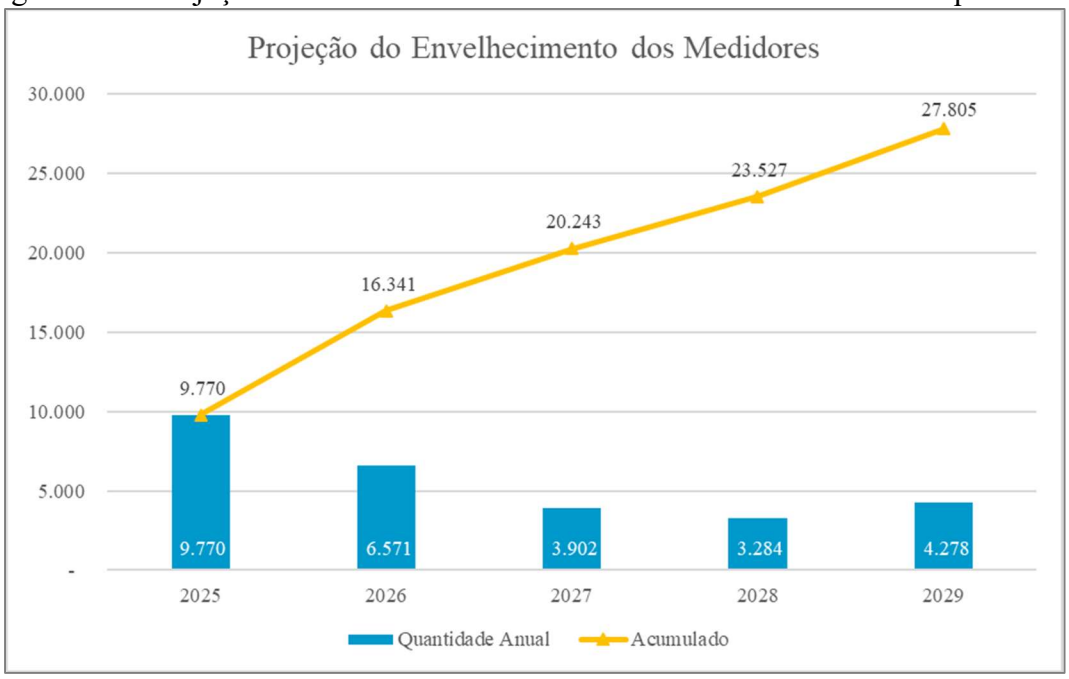
Faixa de Idade	Quantidade	Percentual
1 a 4 anos	25.471	75,0%
5 a 7 anos	6.526	19,2%
8 a 10 anos	1.809	5,3%
11 a 15 anos	118	0,3%
> 15 anos	31	0,1%

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Observa-se que o sistema é composto majoritariamente por medidores com idade inferior a 5 anos e a parcela de medidores com idade superior a 10 anos não representa um percentual significativo em relação a totalidade dos equipamentos.

Entretanto, ao analisar a projeção de envelhecimento dos hidrômetros com menos de cinco anos atualmente, conforme ilustrado na Figura 10-1, observa-se que, em 2026, haverá um aumento expressivo na quantidade de equipamentos e que, em 2029, 82% do total dos medidores do sistema já terão mais de 5 anos.

Figura 10-1. Projeção do envelhecimento dos medidores com idade menor que 5 anos



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Além da idade dos medidores, para determinar o desempenho do parque e a possível necessidade de substituição dos medidores, é necessário analisar também o histórico de consumo e a classe de metrológica dos hidrômetros, a fim de identificar possíveis casos de submedição por desempenho ou por subdimensionamento. Desta forma, é possível propor trocas com impacto mais significativo no faturamento.

Assim, para análise dos medidores do sistema utilizou-se os princípios estabelecidos pela ABNT NBR15538: Medidores de água potável – Ensaios para avaliação de eficiência e a Norma Técnica Sabesp – NTS 281: Critério para gestão dos hidrômetros, bem como os dados de consumo dos últimos 12 meses.

Conforme estabelece a NTS 281, considerando a classe metrológica dos equipamentos [1] e a média de consumo do período, não foram identificados medidores subdimensionados, entretanto, observou-se que existem ligações com consumo inferior a capacidade mínima do hidrômetro instalado. A operação fora da faixa de sensibilidade do medidor ocasiona o não registro de parte do consumo da ligação.

A Tabela 10-5. Ligações com medidores superdimensionados apresenta o total de 114 medidores que foram identificados nesta condição, dos quais, 60 são classificados como

[1] Norma Técnica Sabesp – NTS 281 – Anexo A1

grandes consumidores. Esta quantidade representa 17% dos grandes consumidores do munícipio.

Tabela 10-5. Ligações com medidores superdimensionados

UC	Número do Hidrômetro	Idade	Categoria	Consumo Medido Mínimo	Consumo Medido Médio	Classificação
1173676	D17G010843	3	Residencial	36	213	Grande Consumidor
1173866	A13S624751	10	Comercial	0	100	Grande Consumidor
1174358	A16S320031	7	Comercial	9	51	Grande Consumidor
1174751	A13S532657	10	Público	9	72	Grande Consumidor
1175553	D17G010782	5	Residencial	7	57	Grande Consumidor
1175721	E145000706	1	Público	5	70	Grande Consumidor
1175927	F13S004885	10	Público	6	55	Grande Consumidor
1175959	A17S197155	7	Comercial	7	73	Grande Consumidor
1176053	G20GA00153	2	Comercial	2	108	Grande Consumidor
1176245	D17G010842	2	Residencial	3	55	Grande Consumidor
1176416	A21S185749	3	Público	11	65	Grande Consumidor
1177165	A22BR0136080	2	Comercial	9	77	Grande Consumidor
1177285	A17S197125	7	Comercial	10	87	Grande Consumidor
1177364	A15S555402	8	Comercial	0	119	Grande Consumidor
1178003	D14S000137	10	Residencial	13	101	Grande Consumidor
1178050	A22G061867	1	Público	6	61	Grande Consumidor
1178073	F17S001305	5	Residencial	56	377	Grande Consumidor
1178510	A17G026816	7	Comercial	3	63	Grande Consumidor
1178808	A17G027042	7	Comercial	9	60	Grande Consumidor

Tabela 10-5. Ligações com medidores superdimensionados

UC	Número do Hidrômetro	Idade	Categoria	Consumo Medido Mínimo	Consumo Medido Médio	Classificação
1179721	D17G010815	1	Residencial	19	70	Grande Consumidor
1179915	D17S010756	6	Público	9	57	Grande Consumidor
1181607	A21S187145	3	Comercial	8	52	Grande Consumidor
1182360	A21S243460	3	Comercial	7	53	Grande Consumidor
1182485	D13S1090	3	Público	14	99	Grande Consumidor
1183142	D14S000101	4	Público	18	120	Grande Consumidor
1183741	D14S000118	8	Comercial	14	74	Grande Consumidor
1184417	A22G061894	2	Público	0	102	Grande Consumidor
1185266	A17G010822	1	Industrial	11	55	Grande Consumidor
1185997	D14S000127	8	Industrial	22	104	Grande Consumidor
1187215	A19LMO695415	4	Público	7	50	Grande Consumidor
1187592	D14S000123	3	Público	28	137	Grande Consumidor
1188726	A19S271474	4	Público	6	99	Grande Consumidor
1189400	D17G010840	2	Público	13	78	Grande Consumidor
1190283	A19LMO477545	4	Público	9	81	Grande Consumidor
1191223	D09S001999	14	Público	7	64	Grande Consumidor
1194727	D13S001071	11	Comercial	25	134	Grande Consumidor
1195232	A20G067954	3	Comercial	12	109	Grande Consumidor
1195560	A20LMO154552	4	Comercial	11	52	Grande Consumidor
1196683	A20G050665	2	Público	8	67	Grande Consumidor
1196835	A23LN0103212	0	Comercial	7	67	Grande Consumidor

Tabela 10-5. Ligações com medidores superdimensionados

UC	Número do Hidrômetro	Idade	Categoria	Consumo Medido Mínimo	Consumo Medido Médio	Classificação
1197278	D17G010758	5	Residencial	10	68	Grande Consumidor
1197626	A19LMO695806	4	Comercial	1	55	Grande Consumidor
1197728	A20G063997	3	Público	12	71	Grande Consumidor
1198212	A21S302773	2	Comercial	12	94	Grande Consumidor
1202333	A20S272791	3	Comercial	7	69	Grande Consumidor
1203397	A14S241398	9	Comercial	0	60	Grande Consumidor
1203694	S13S004882	16	Público	10	228	Grande Consumidor
1204618	A23LN0102456	1	Comercial	2	136	Grande Consumidor
1204681	A19LMO476603	4	Público	10	54	Grande Consumidor
1205235	A17L239591	6	Comercial	8	70	Grande Consumidor
1205304	G20GA00201	3	Público	30	253	Grande Consumidor
1205333	G20GA00173	1	Público	9	88	Grande Consumidor
1205336	A18LMO117911	5	Comercial	7	61	Grande Consumidor
1205833	A21S244719	2	Público	6	62	Grande Consumidor
1205889	A21S301974	2	Comercial	10	82	Grande Consumidor
1207063	A20S273517	3	Comercial	8	53	Grande Consumidor
1207270	A19LMO695362	4	Público	9	64	Grande Consumidor
1228861	G18W000026	4	Público	47	64	Grande Consumidor
1322400	G20GA00200	0	Comercial	0	207	Grande Consumidor
1344700	D17G010817	0	Público	4	90	Grande Consumidor
1173712	D14S000124	1	Público	0	18	Normal
1175635	D14S000125	8	Comercial	4	9	Normal
1177497	D14S000080	8	Residencial	0	15	Normal

Tabela 10-5. Ligações com medidores superdimensionados

UC	Número do Hidrômetro	Idade	Categoria	Consumo Medido Mínimo	Consumo Medido Médio	Classificação
1177498	D17G010805	4	Residencial	4	23	Normal
1177503	E13S002186	8	Residencial	5	36	Normal
1177545	D17G010816	0	Comercial	2	20	Normal
1177581	D17G010836	2	Residencial	0	2	Normal
1177635	D20G012863	0	Residencial	0	6	Normal
1177640	D14S000090	8	Residencial	2	13	Normal
1177642	D17G010757	5	Residencial	3	16	Normal
1177714	D14S000091	8	Residencial	2	13	Normal
1177778	D14S000083	8	Comercial	2	14	Normal
1177781	D14S000121	4	Residencial	4	28	Normal
1177783	D17G010818	0	Residencial	0	5	Normal
1177787	D14S000108	8	Residencial	1	13	Normal
1177843	D14S000094	8	Residencial	0	1	Normal
1177871	D14S000089	8	Residencial	2	13	Normal
1177939	E20G021999	2	Residencial	0	1	Normal
1178164	D14S000142	8	Residencial	3	27	Normal
1179650	D14S000097	8	Residencial	3	22	Normal
1183475	D14S000144	8	Comercial	0	8	Normal
1183511	D13S001088	3	Residencial	20	30	Normal
1184992	D14S000143	8	Industrial	0	8	Normal
1186877	D14S000115	8	Residencial	0	10	Normal
1189658	D13S001082	8	Residencial	10	41	Normal
1192349	E14S000710	3	Comercial	0	2	Normal
1193876	E14S000699	4	Público	0	1	Normal
1196047	D17G010738	6	Comercial	0	16	Normal
1196694	E14S000698	4	Público	10	10	Normal
1197297	D17G010808	4	Residencial	2	14	Normal
1197420	D14S000109	8	Residencial	1	19	Normal
1198681	D14S000106	8	Residencial	0	6	Normal
1199042	D14S000087	8	Residencial	3	15	Normal
1199662	D14S000141	8	Público	6	10	Normal
1200127	D13S001092	0	Residencial	0	8	Normal
1200319	D13S001075	10	Residencial	3	27	Normal
1200327	D14S000082	8	Residencial	4	29	Normal
1200607	D13S001085	7	Residencial	2	14	Normal
1201291	D17G010807	4	Residencial	2	14	Normal
1201658	D14S000099	8	Comercial	0	2	Normal
1202994	D17G010824	2	Público	0	9	Normal
1203367	D14S000095	8	Comercial	0	8	Normal

Tabela 10-5. Ligações com medidores superdimensionados

UC	Número do Hidrômetro	Idade	Categoria	Consumo Medido Mínimo	Consumo Medido Médio	Classificação
1203962	D14S000092	8	Comercial	5	32	Normal
1204744	D14S000120	4	Residencial	12	17	Normal
1205091	D14S000086	8	Residencial	0	23	Normal
1205287	D14S000093	8	Residencial	2	11	Normal
1205718	D17G010826	2	Comercial	0	6	Normal
1206058	D17G010806	4	Comercial	0	5	Normal
1206926	D17G010810	4	Residencial	15	36	Normal
1207171	D14S000135	10	Residencial	2	27	Normal
1263044	D17G010811	2	Residencial	1	2	Normal
1316121	D17G010809	4	Público	0	43	Normal
1318923	E14S000691	3	Comercial	5	49	Normal

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

10.2 MELHORIAS PROPOSTAS

10.2.1 Gerenciamento de dados do sistema

A análise dos dados de vazão identificou a ocorrência de registros que não condizem com consumos reais por serem demasiadamente elevados, bem como a ocorrência de duplicidade de dados de ligação. Sugere-se que o sistema de registro de informações referentes ao parque de medidores seja dotado de mecanismo lógico que assegure a inserção de informações condizentes e que evite a duplicação de informações de caráter exclusivo, como código da unidade consumidora e número de série do hidrômetro.

Além disto, não foram apresentados junto ao histórico de consumo dados referentes a condição dos medidores. Impossibilitando, assim, a análise do histórico de falhas e/ou manutenção do parque de hidrômetros, sugere-se, portanto, que haja espaço no sistema de registro para a inclusão das condições observadas pela equipe de leitura, como estado de conservação, registro de avaria, falha ou impossibilidade de leitura.

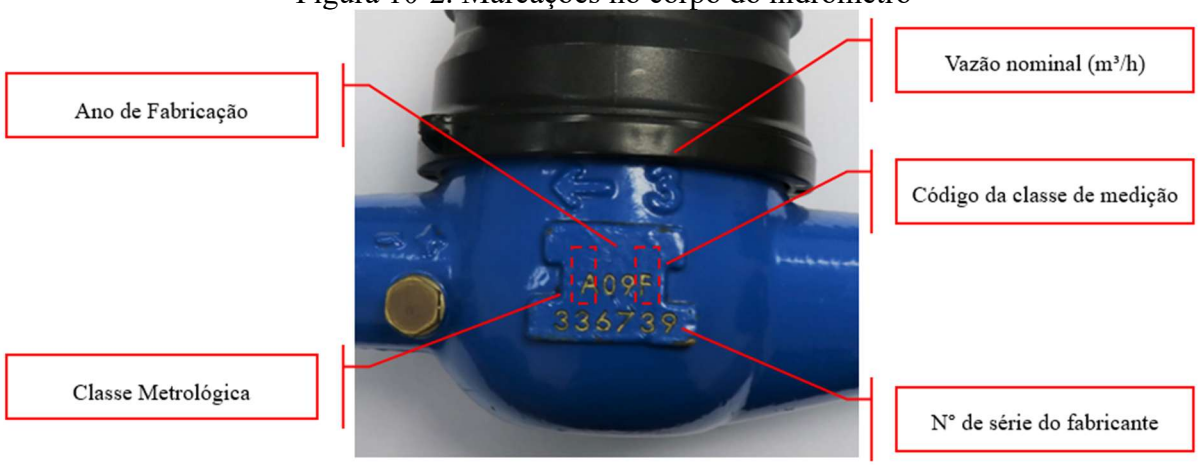
Lista-se a seguir informações de cadastro essenciais que devem ser mantidas atualizadas com precisão para efetiva gestão dos ativos implantados.

- Tipo de medidor;
- Vazão nominal;
- Classe metrológica;
- Diâmetro nominal;

- Marca / Fabricante;
- Data de fabricação;
- Data de instalação;
- Condição de manutenção – novo ou recuperado.

A Figura 10-2 apresenta estas informações gravadas no corpo de um hidrômetro.

Figura 10-2. Marcações no corpo do hidrômetro



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Além disto, estabelecer um procedimento operacional padronizado para execução de novas instalações ou religação de ponto suprimido também contribuí para redução de perdas físicas e aparentes.

Destaca-se também que o monitoramento periódico das informações de consumo é parte fundamental do gerenciamento do sistema de distribuição de água. Acompanhando regularmente os dados medidos, é possível identificar rapidamente variações de consumo que não estão relacionadas à sazonalidade, como vazamentos, problemas nos medidores e fraudes. Com essas informações, é possível tomar as medidas necessárias para corrigir essas anomalias de forma eficaz, garantindo a precisão das leituras, a integridade do sistema e a diminuição das perdas.

10.2.2 Padronização das instalações

Dentre as intercorrências encontradas pela equipe de leitura está a falta de acesso ao medidor, fazendo com que o valor faturado seja calculado em função da média e não em função do consumo efetivo. Assim, sugere-se que gradualmente se faça a readequação das ligações

para uma padronização que garanta livre acesso, proteja o conjunto do cavalete e impeça a ocorrência de fraudes.

Sugere-se a adoção de abrigo padrão, com instalação de lacres antifraudes, bem como um cavalete padrão, como apresentam as figuras na página 631 e 632.

Figura 10-3. Caixa de proteção para hidrômetros



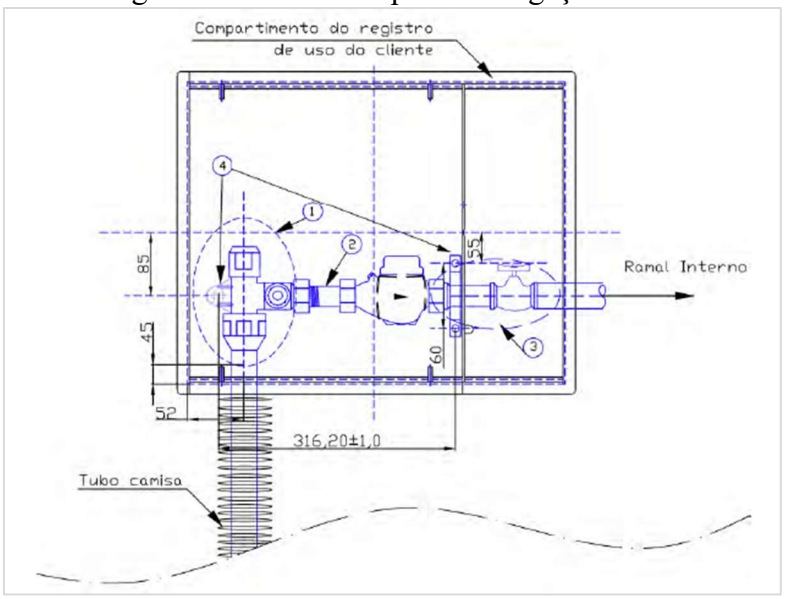
Fonte: Fabricante, 2023.

Figura 10-4. Lacre antifraudes



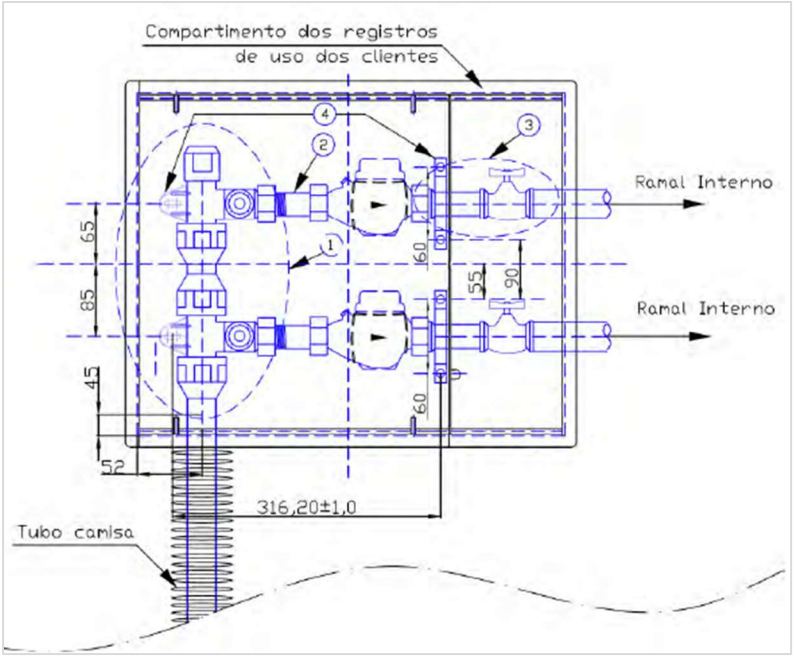
Fonte: Fabricante, 2023.

Figura 10-5. Cavalete padrão – ligação única



Fonte: Sabesp, 2015.

Figura 10-6. Cavalete padrão – mais de uma ligação



Fonte: Sabesp, 2015.

Os componentes dos conjuntos para ligação são apresentados na Tabela 10-7.

Figura 10-7. Componente da ligação de água

Conjuntos	Componentes dos conjuntos
1 – Conexão de entrada	a – Dois adaptadores para tubo de polietileno e um cap. b – Registro para bloqueio e desbloqueio. c – União rosqueada, com porca solta, para conexão ao tubete complemento ou hidrômetro.
2 – Tubete complemento	d – Conexão com extremidades rosqueadas, existente entre a conexão de entrada e o hidrômetro (utilizado apenas para hidrômetro de comprimento 115 mm.
3 – Conexões de saída	e – União rosqueada para conectar o conjunto à saída do hidrômetro. f – Registro para uso do cliente ***(apenas no dispositivo UMA)***. g – Tubete de saída ***(apenas no dispositivo UMAP)***. h - Dispositivo antifraude. i – Saída com bolsa, rosca fêmea, para conexão ao tubo de PVC ¾, do ramal interno do imóvel ***(apenas no dispositivo UMA)***. j – Cotovelo adaptador metálico para tubo PE DN 20 ***(apenas no dispositivo UMAP)***.
4 – Elementos de fixação do dispositivo de medição	j – Abraçadeiras. k – Parafusos de fixação.

Fonte: Sabesp, 2015.

Além disso, a adoção de boas práticas na instalação evita problemas de vazamento no cavalete e a ocorrência de submedição. Dentre elas, está o dimensionamento adequado do medidor, utilização de medidor certificado pelo Instituto Nacional de Metrologia,

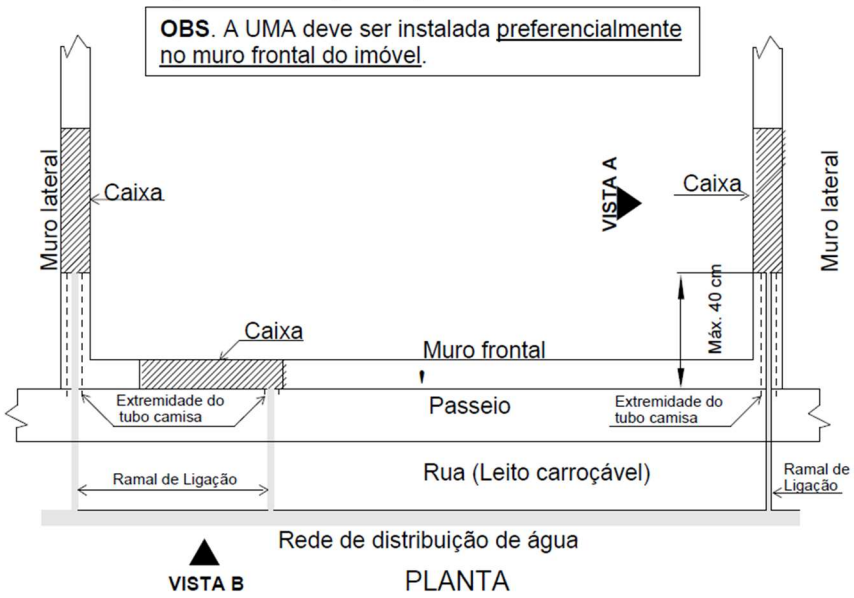
Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), execução adequada das instalações hidráulicas. A adoção de procedimento padronizado para execução dos serviços de ligações de água, contribuí para aumento da qualidade do serviço prestado, que por sua vez, é um importante fator na redução de perdas.

Sugere-se a seguir procedimento para execução de ligação de água:

1. Instalação de caixa de proteção

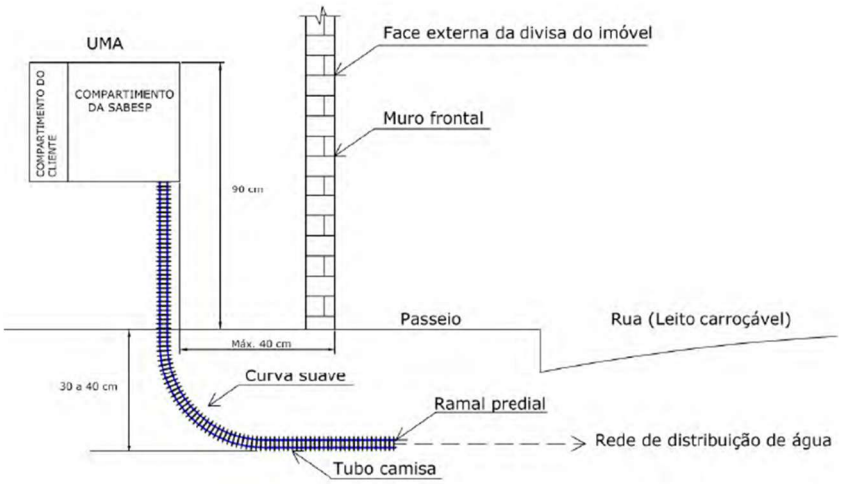
Preferencialmente no muro de divisa frontal do imóvel ou, em caso de impossibilidade técnica, instalada em um dos muros laterais do imóvel. Não havendo muro frontal ou lateral, a instalação pode ser feita em mureta, com dimensões apropriadas que permitam a proteção do medidor e o acesso para leitura. As figuras nas páginas 633, 634, 635 apresentam as opções de instalação.

Figura 10-8. Opções para instalação de caixa



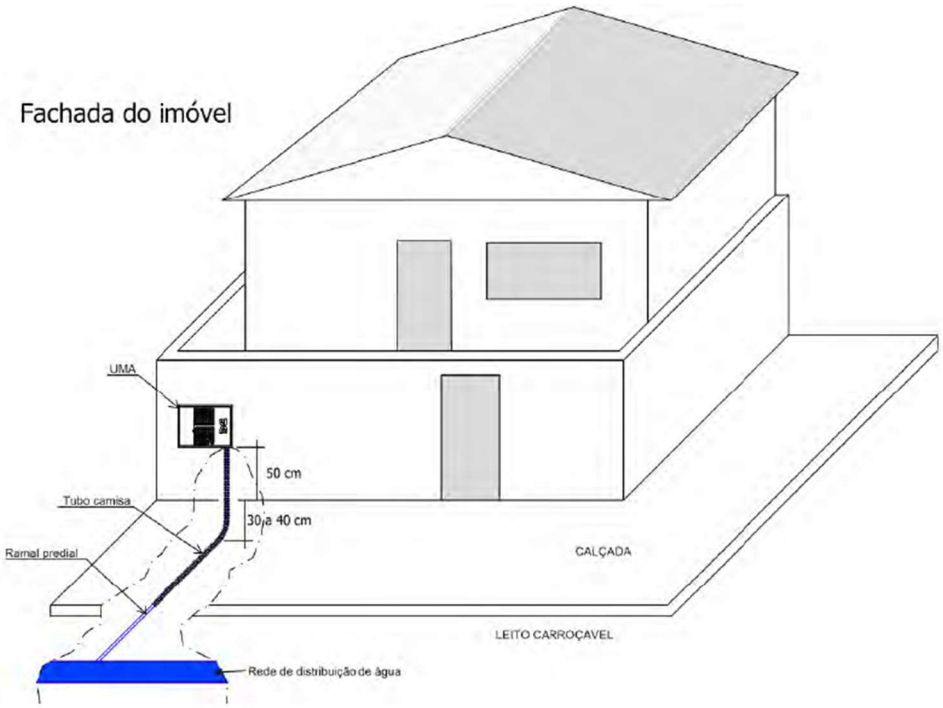
Fonte: Sabesp, 2015.

Figura 10-9. Opções para instalação de caixa em muro lateral – Vista A



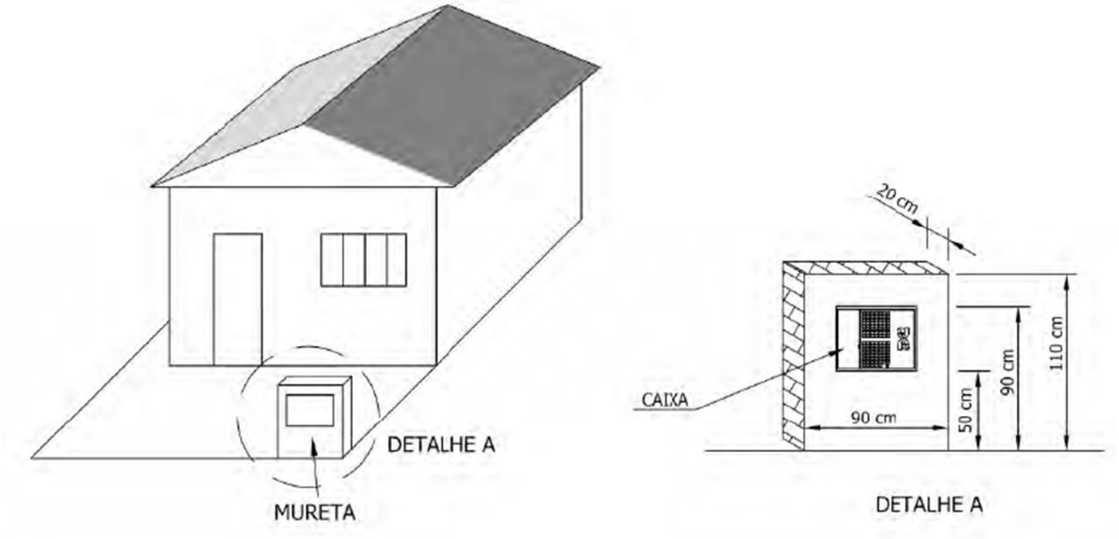
Fonte: Sabesp, 2015.

Figura 10-10. Opções para instalação de caixa em muro frontal – Vista B



Fonte: Sabesp, 2015.

Figura 10-11. Opções para instalação de caixa em mureta



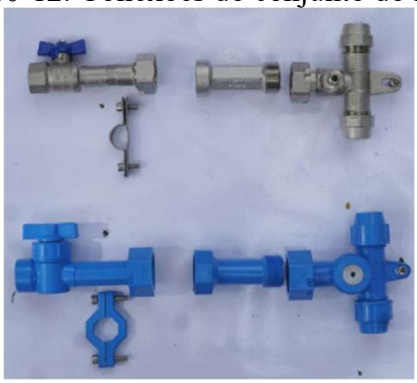
Fonte: Sabesp, 2015.

Esta etapa é de responsabilidade do cliente para as novas ligações e pode ser requerida a readequação para as ligações existentes.

2. Instalação do tubo do ramal

a. Verificar a instalação da caixa, conforme etapa anterior;
b. Verificar a se as conexões do conjunto de medição estão completas (Figura 10-12);

Figura 10-12. Conexões do conjunto do medidor



Fonte: Sabesp, 2015.

c. Biselar a extremidade do ramal do tubo de polietileno;
d. Introduzir o tubo de polietileno no tubo camisa (deve ser corrugado) até ele sair na coifa localizada na parte inferior interna da caixa;
e. Conectar o tubo do ramal no adaptador da conexão de entrada (Figura 10-13);

Figura 10-13. Conexões do ramal à entrada de água



Fonte: Sabesp, 2015.

f. Posicionar a conexão de entrada e fixá-la com parafuso (Figura 10-14);

Figura 10-14. Fixação da conexão de entrada



Fonte: Sabesp, 2015.

g. Posicionar a conexão de saída e fixá-la com parafuso (Figura 10-15);

Figura 10-15. Fixação da conexão de saída



Fonte: Sabesp, 2015.

3. Instalação do hidrômetro

a. Abrir registro de entrada para limpar o ramal de entrada ANTES de instalar o medidor, fechando ao fim da lavagem;
b. Alinhar o medidor com os tubetes, observando o sentido da seta que indica o fluxo;
c. Apertar as porcas dos tubetes até o que o hidrômetro esteja firmemente fixado, na posição horizontal e sem inclinação (Figura 10-16)

Figura 10-16. Fixação do hidrômetro



Fonte: Sabesp, 2015.

d. Abrir o registro de entrada e saída, verificando se existe vazamento. Não havendo, fechá-los, e proceder com fechamento do lacre antifraude.

A criação de indicadores de desempenhos das equipes executoras, sejam próprias ou terceirizadas, contribuí para monitorar a efetividade do serviço, acompanhar e minimizar as taxas de retrabalho e consequentemente, as perdas físicas e financeiras.

10.2.3 Substituição de hidrômetros

Como citado anteriormente, o critério de idade não deve ser o único fator analisado para determinar a necessidade de troca do medidor. Este estudo também considera o consumo da ligação e seu enquadramento tarifário para indicar os medidores que necessitam de substituição, priorizando ligações classificadas como grandes consumidores, com média de consumo superior a 50m³/mês, devido à sua maior influência no faturamento da autarquia.

Para hidrômetros instalados em ligações com consumo mínimo inferior à capacidade mínima do medidor, conforme apresentado anteriormente na Tabela 10-6, recomenda-se a substituição por medidores de classe metrológica mais adequada à vazão de consumo, como é apresentado na Tabela 10-7.

Propõe-se também a análise periódica de desempenho dos dispositivos instalados a mais de 5 anos e sua substituição quando houver redução significativa de sua capacidade de medição.

Ressalta-se a importância da substituição periódica dos equipamentos instalados, em função do seu envelhecimento e relevância no faturamento. A Tabela 10-6 lista medidores de grandes consumidores com idade entre 5 e 19 anos, para os quais sugere-se a substituição.

Tabela 10-6. Medidores a serem substituídos

UC	Número do Hidrômetro	Classe Metrológica do Medidor	Idade	Categoria	Classificação	Classe Metrológica Adequada
1173676	D17G010843	D	3	Residencial	Grande Consumidor	Y
1173866	A13S624751	A	10	Comercial	Grande Consumidor	Y
1174358	A16S320031	A	7	Comercial	Grande Consumidor	Y
1174751	A13S532657	A	10	Público	Grande Consumidor	Y
1175553	D17G010782	D	5	Residencial	Grande Consumidor	Y
1175721	E145000706	E	1	Público	Grande Consumidor	Y
1175927	F13S004885	F	10	Público	Grande Consumidor	Y
1175959	A17S197155	A	7	Comercial	Grande Consumidor	Y
1176053	G20GA00153	G	2	Comercial	Grande Consumidor	A
1176245	D17G010842	D	2	Residencial	Grande Consumidor	Y
1176416	A21S185749	A	3	Público	Grande Consumidor	Y
1177165	A22BR0136080	A	2	Comercial	Grande Consumidor	Y
1177285	A17S197125	A	7	Comercial	Grande Consumidor	Y
1177364	A15S555402	A	8	Comercial	Grande Consumidor	Y
1178003	D14S000137	D	10	Residencial	Grande Consumidor	Y
1178050	A22G061867	A	1	Público	Grande Consumidor	Y
1178073	F17S001305	F	5	Residencial	Grande Consumidor	E
1178510	A17G026816	A	7	Comercial	Grande Consumidor	Y

Tabela 10-6. Medidores a serem substituídos

UC	Número do Hidrômetro	Classe Metrológica do Medidor	Idade	Categoria	Classificação	Classe Metrológica Adequada
1178808	A17G027042	A	7	Comercial	Grande Consumidor	Y
1179721	D17G010815	D	1	Residencial	Grande Consumidor	Y
1179915	D17S010756	D	6	Público	Grande Consumidor	Y
1181607	A21S187145	A	3	Comercial	Grande Consumidor	Y
1182360	A21S243460	A	3	Comercial	Grande Consumidor	Y
1182485	D13S1090	D	3	Público	Grande Consumidor	Y
1183142	D14S000101	D	4	Público	Grande Consumidor	Y
1183741	D14S000118	D	8	Comercial	Grande Consumidor	Y
1184417	A22G061894	A	2	Público	Grande Consumidor	Y
1185266	A17G010822	A	1	Industrial	Grande Consumidor	Y
1185997	D14S000127	A	8	Industrial	Grande Consumidor	Y
1187215	A19LMO695415	A	4	Público	Grande Consumidor	Y
1187592	D14S000123	D	3	Público	Grande Consumidor	Y
1188726	A19S271474	A	4	Público	Grande Consumidor	Y
1189400	D17G010840	D	2	Público	Grande Consumidor	Y
1190283	A19LMO477545	A	4	Público	Grande Consumidor	Y
1191223	D09S001999	D	14	Público	Grande Consumidor	Y
1194727	D13S001071	D	11	Comercial	Grande Consumidor	Y
1195232	A20G067954	A	3	Comercial	Grande Consumidor	Y
1195560	A20LMO154552	A	4	Comercial	Grande Consumidor	Y
1196683	A20G050665	A	2	Público	Grande Consumidor	Y

Tabela 10-6. Medidores a serem substituídos

UC	Número do Hidrômetro	Classe Metrológica do Medidor	Idade	Categoria	Classificação	Classe Metrológica Adequada
1196835	A23LN0103212	A	0	Comercial	Grande Consumidor	Y
1197278	D17G010758	D	5	Residencial	Grande Consumidor	Y
1197626	A19LMO695806	A	4	Comercial	Grande Consumidor	Y
1197728	A20G063997	A	3	Público	Grande Consumidor	Y
1198212	A21S302773	A	2	Comercial	Grande Consumidor	Y
1202333	A20S272791	A	3	Comercial	Grande Consumidor	Y
1203397	A14S241398	A	9	Comercial	Grande Consumidor	Y
1203694	S13S004882	-	16	Público	Grande Consumidor	A
1204618	A23LN0102456	A	1	Comercial	Grande Consumidor	Y
1204681	A19LMO476603	A	4	Público	Grande Consumidor	Y
1205235	A17L239591	A	6	Comercial	Grande Consumidor	Y
1205304	G20GA00201	G	3	Público	Grande Consumidor	A
1205333	G20GA00173	G	1	Público	Grande Consumidor	A
1205336	A18LMO117911	A	5	Comercial	Grande Consumidor	Y
1205833	A21S244719	A	2	Público	Grande Consumidor	Y
1205889	A21S301974	A	2	Comercial	Grande Consumidor	Y
1207063	A20S273517	A	3	Comercial	Grande Consumidor	Y
1207270	A19LMO695362	A	4	Público	Grande Consumidor	Y
1228861	G18W000026	G	4	Público	Grande Consumidor	A
1322400	G20GA00200	G	0	Comercial	Grande Consumidor	A
1344700	D17G010817	D	0	Público	Grande Consumidor	Y

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 10-7. Medidores a serem substituídos, com idade superior a 5 anos

UC	Número do Hidrômetro	Data Instalação HD	Idade	Categoria	Consumo Medido Médio	Classificação
1206547	010986	23/01/2006	18	Residencial	200	Grande Consumidor
1178108	C07S006443	07/11/2007	16	Residencial	355	Grande Consumidor
1182809	001102	25/06/2008	16	Público	228	Grande Consumidor
1192156	000003B	27/03/2008	16	Público	370	Grande Consumidor
1204022	500844	25/06/2008	16	Público	70	Grande Consumidor
1192485	E10S004704	01/06/2010	14	Residencial	441	Grande Consumidor
1174882	A11S634387	05/12/2011	12	Comercial	547	Grande Consumidor
1177317	D13S001080	14/04/2014	10	Residencial	298	Grande Consumidor
1200315	A13S625014	27/05/2014	10	Residencial	51	Grande Consumidor
1174463	A14S701340	09/01/2015	9	Residencial	203	Grande Consumidor
1174742	A14S701345	09/01/2015	9	Residencial	127	Grande Consumidor
1175188	D14S000114	16/10/2014	9	Residencial	535	Grande Consumidor
1175928	A13S004881	21/05/2015	9	Público	107	Grande Consumidor
1177647	E10S004705	25/05/2015	9	Residencial	449	Grande Consumidor
1178288	A14S906103	18/02/2015	9	Residencial	85	Grande Consumidor
1195018	A14S005322	02/09/2014	9	Residencial	175	Grande Consumidor
1177848	E13S002187	05/07/2016	8	Residencial	186	Grande Consumidor
1178484	D13S002185F	15/08/2016	8	Residencial	183	Grande Consumidor
1179661	A16S012278	15/04/2016	8	Residencial	62	Grande Consumidor
1181337	A16S012673	20/05/2016	8	Residencial	54	Grande Consumidor
1197284	A15S555424	26/02/2016	8	Residencial	51	Grande Consumidor

Tabela 10-7. Medidores a serem substituídos, com idade superior a 5 anos

UC	Número do Hidrômetro	Data Instalação HD	Idade	Categoria	Consumo Medido Médio	Classificação
1198619	E13S002188	12/07/2016	8	Residencial	576	Grande Consumidor
1201014	D14S000116A	15/08/2016	8	Residencial	203	Grande Consumidor
1174864	A16S320013	16/01/2017	7	Residencial	69	Grande Consumidor
1175352	A16S320366	25/01/2017	7	Residencial	52	Grande Consumidor
1175726	A17S197081	17/05/2017	7	Público	103	Grande Consumidor
1176136	A17S005191	02/02/2017	7	Residencial	*	Grande Consumidor
1178248	A17G026827	30/06/2017	7	Residencial	61	Grande Consumidor
1178397	A17G027031	11/08/2017	7	Residencial	86	Grande Consumidor
1206697	A17S197838	19/05/2017	7	Residencial	227	Grande Consumidor
1173711	F17S001293	24/08/2018	6	Público	*	Grande Consumidor
1179758	A17L209900	02/01/2018	6	Residencial	177	Grande Consumidor
1180076	A17L209916	07/12/2017	6	Residencial	185	Grande Consumidor
1203338	D17G010784	18/07/2018	6	Público	221	Grande Consumidor
1174082	A18LM0045430	18/01/2019	5	Comercial	103	Grande Consumidor
1181925	A18LMO118578	29/04/2019	5	Residencial	144	Grande Consumidor
1187566	A19S271301	30/08/2019	5	Residencial	162	Grande Consumidor
1230151	D17G010783	08/02/2019	5	Público	207	Grande Consumidor
1232962	A18LMO118630	24/07/2019	5	Residencial	150	Grande Consumidor

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Os custos unitários para substituição dos medidores foram estimados com base na Tabela SINAPI 2024 e são apresentados na página 644.

Considerando o custo unitário estimado e a quantidade de medidores que demandam troca, apresenta-se na Tabela 10-9 o cronograma de investimentos com ações para substituição

dos hidrômetros e disponível no anexo 10-1 estão as especificações técnicas para balizar a escolha dos medidores de vazão.

Tabela 10-8. Orçamento unitário para substituição de hidrômetro

Item	Descrição	Quant.	Unid	Preço Unit.	BDI (%)	BDI Valor (R$)	Total
1	Hidrômetro Unijato, Vazão máxima de 1,5 m³/h	1	Pç	R$ 148,95	14,33%	R$ 21,34	R$ 170,29
2	Lacre Anti-Fraude Polipropileno Azul DN=3/4" até 3 m³/h c/ Travamento para Hidrômetro	2	Pç	R$ 0,72	14,33%	R$ 0,10	R$ 1,65
3	Tubete Longo Liga de Cobre DN=20mm NBR 8194 para hidrômetro	2	Pç	R$ 15,30	14,33%	R$ 2,19	R$ 34,98
4	Porca do Tubete Liga de Cobre DN-20mm Sextavada NBR 8194 para Hidrômetro	2	Pç	R$ 4,31	14,33%	R$ 0,62	R$ 9,86
5	Guarnição do tubete (arruela/junta) Borracha Nitrílica DN=3/4" para Hidrômetro	2	Pç	R$ 0,34	14,33%	R$ 0,05	R$ 0,78
6	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	2	H	R$ 26,70	23,52%	R$ 6,28	R$ 65,96
						Total	R$ 283,52

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 10-9. Cronograma de investimentos

Ação	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Substituição de medidores envelhecidos de grandes consumidores	R$ 11.057,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quant. Medidores Substituídos	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Substituição de medidores com submedição devido ao dimensionamento	R$ 15.032,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quant. Medidores Substituídos	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Renovação periódica dos medidores com mais de 5 anos	-	R$ 311.019,51	-	-	-	-	R$ 435.200,49	-	-	-	R$ 499.275,62
Quant. Medidores Substituídos		1097	-	-	-	-	1535	-	-	-	1761
Substituição de medidores com defeitos [2]	R$ 28.351,82	R$ 28.351,82	R$ 28.351,82	R$ 28.351,82	R$ 14.175,91	R$ 14.175,91	R$ 14.175,91	R$ 14.175,91	R$ 14.175,91	R$ 14.175,91	R$ 14.175,91
Quant. Medidores Substituídos	100	100	100	100	50	50	50	50	50	50	50
Quant. de medidores substituídos	**199**	**1.197**	**100**	**100**	**50**	**50**	**1.585**	**50**	**50**	**50**	**1.811**
Investimento Anual	**R$ 54.441,34**	**R$ 339.371,33**	**R$ 28.351,82**	**R$ 28.351,82**	**R$ 14.175,91**	**R$ 14.175,91**	**R$ 449.376,41**	**R$ 14.175,91**	**R$ 14.175,91**	**R$ 14.175,91**	**R$ 513.451,53**

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

[2] Diante da ausência de dados a respeito do histórico de falhas dos dispositivos, o quantitativo anual de medidores a serem reparados/recondicionados é uma estimativa baseada nas características do parque de hidrômetros do munícipio.

10.2.4 Ações de manutenção

Por fim, para garantir a confiabilidade do sistema e a efetiva redução dos índices de perdas, considerando que os dispositivos têm peças móveis e sofrem desgaste, segure-se a adoção do seguinte sistema de manutenção.

10.2.4.1 **Manutenção preditiva**

Realizada antes que o medidor apresente um defeito perceptível, como no caso da manutenção preventiva, mas ao contrário dela, não é realizada através de nenhuma programação. Sua realização parte de uma desconfiança, ou da predição de que um determinado medidor está começando a sofrer alteração em suas características metrológicas.

Essas alterações podem ser detectadas através da área comercial durante o acompanhamento do consumo do usuário. Ao notar que está havendo uma variação gradativa no consumo de determinado usuário, faz-se uma inspeção no local, com o objetivo de verificar se a variação não é decorrente de alterações diversas, os principais motivos comumente apontados são: instalação inadequada, medidor mal dimensionado e violação.

10.2.4.2 **Manutenção preventiva**

Neste caso a manutenção é realizada antes que o medidor apresente defeito. A manutenção é realizada com base numa programação prévia de substituição de medidores.

O item 8.1 do Regulamento Técnico Metrológico anexo a Portaria nº 20 de 07/02/94 do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) estabelece que deverão ser realizadas verificações periódicas nos hidrômetros em uso em intervalos não superior a cinco anos. Entretanto, se os serviços de saneamento adotassem esse critério para o estabelecimento de uma estratégia de manutenção preventiva, os custos seriam extremamente elevados o que inviabilizaria o programa.

Na prática, os grandes prestadores de serviço adotam critérios baseados em análise de custo/benefício, levando em conta estudos e ensaios realizados no campo e em laboratório, tendo como base aspectos como a faixa de consumo, o tempo de instalação, a leitura máxima, o tipo de medidor, sua capacidade, tipo de utilização e condições da rede (pressão, qualidade da água, etc.).

Nas residências com consumo na faixa mínima, no qual o usuário fatura a tarifa mínima fixa, pode-se concluir que, como a vazão é baixa, o medidor não deverá apresentar desgastes acentuados ao longo do tempo, mantendo, portanto, a sua confiabilidade metrológica. Mesmo que ele apresente um erro um pouco acima do tolerado, se levados em conta os custos de substituição e reparação, não haveria retorno financeiro na sua troca. Portanto, nesse tipo de caso, só é conveniente substituir o medidor através de manutenção corretiva, em situações

nas quais algum tipo de avaria é identificado que poderia levar o usuário a desperdiçar água por exemplo.

Deve-se atentar e verificar se realmente no local residem poucas pessoas (inferior a 3 habitantes), bem como constatar o tamanho da residência e se a mesma possui alguma infraestrutura que permita a maior utilização de água, como por exemplo piscinas. Assim a identificação de fraudes é facilitada.

10.2.4.3 **Manutenção corretiva**

É realizada para corrigir, ou seja, reparar um medidor que necessita de readequação. Não há uma programação prévia de manutenção nesse caso. A solicitação de manutenção ou ordem de serviço tem origem na área comercial, baseada em informações dos leituristas de que o medidor se encontra avariado ou a partir de reclamação do usuário.

10.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Bebedouro possuí um parque de hidrômetros relativamente novo, composto por grande parcela de dispositivos com idade de operação inferior a 5 anos. O consumo do munícipio é caracterizado majoritariamente por residências, que ocupam a faixa de consumo entre 1 e 10 m³/mês.

Contudo, uma parcela significativa dos medidores com consumo superior a 50 m³/mês possui mais de 5 anos de operação. Assim, prevê-se, neste estudo, ações direcionadas à renovação do parque de medidores de maneira sustentável, priorizando as ligações que exercem maior influência no faturamento da autarquia, bem como a renovação periódica do parque, a fim de assegurar uma aferição mais precisa do volume consumido.

Ressalta-se a importância das ações de engenharia e manutenção para diminuição do índice de perda, com enfoque na aplicação de procedimentos operacionais e treinamento das equipes que atuam nas diferentes fases que envolvem o sistema de micromedição do munícipio.

11. DIAGNÓSTICO DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES

11.1 COLETA DE DADOS E REGISTROS DOS VAZAMENTOS OCORRIDOS NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Atualmente, o SAAEB utiliza dois métodos para identificar e reparar vazamentos no sistema de abastecimento de água. O primeiro envolve a geração de ordens de serviço a partir de reclamações dos clientes, como relatos de falta de água, vazamentos visíveis, entre outros, ou por meio de inspeções de campo realizadas pelos colaboradores.

Neste processo, a equipe responsável pelo serviço preenche relatórios que incluem informações essenciais, como o tipo do vazamento (visível ou não), a localização precisa, o material e o diâmetro da tubulação, entre outros detalhes relevantes.

Paralelamente, o SAAEB contratou os serviços de uma empresa terceirizada para detecção e reparo de vazamentos. Desde então, são conduzidos varreduras e reparos. A seguir a Tabela 11-1, apresenta um resumo das ordens de serviços, relacionadas a vazamentos durante um período de 12 meses (Mar/2023 a Mar/2024), totalizando 269 ordens identificadas.

Tabela 11-1. Registros de vazamentos no município de Bebedouro

Registros de Vazamento Mar/2023 a Mar/2024		
Cavalete	**Ramal**	**Rede**
55	119	95
20,47%	44,21%	35,32%

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

É crucial destacar que vazamentos inicialmente invisíveis podem se tornar visíveis ao longo do tempo. Quando isso ocorre é aberta uma ordem de serviço, onde é solicitado prioridade a empresa terceirizada. Isso se deve ao aumento estimado na perda de água e a necessidades de evitar transtornos à população.

11.2 ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS, CONSIDERANDO O SETOR DE ABASTECIMENTO, TIPO DE VAZAMENTO (CAVALETE, RAMAL OU REDE)

Foram identificadas 269 ordens de serviço relacionadas à problemas de vazamentos nos 12 meses analisados (março/2023 a março/2024). As ordens são segmentadas em categorias, das quais são divididas entre vazamentos em cavaletes, ramais de ligação e redes de abastecimento. A partir desses dados foi possível a obtenção

da porcentagem que cada categoria representa no total de ordens registradas. Além disso, considerando uma extensão de rede total de 468,93 km, pode-se obter o índice de vazamentos por quilômetro.

Tabela 11-2. Registros de vazamentos no município de Bebedouro

Registros de Vazamento Mar/2023 a Mar/2024		
Cavalete	**Ramal**	**Rede**
55	119	95
20,47%	44,21%	35,32%
Vazamento por km de rede		1,74

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Em Bebedouro existem redes de distribuição em diversos pontos da cidade com idade elevada. Nessas localidades existe uma tendência maior na ocorrência de vazamentos em detrimento do desgaste das tubulações.

Destaca-se ainda a ocorrência de vazamentos em função do material utilizado antigamente. Uma parcela das redes do município é constituída de materiais que não são mais utilizados em função do diâmetro, o que caracteriza uma implantação realizada há um considerável intervalo de tempo, favorecendo a formação de incrustações no interior da tubulação e vazamentos.

A Tabela 11-3 apresenta a relação dos comprimentos e tipo de material das redes de distribuição de água existentes no município de Bebedouro. Pode-se observar que 81,78% das redes são de material PVC, 4,20% em DeFoFo, 8,55% em Ferro Fundido, 2,56% em Cimento Amianto e 2,91% em Aço.

A seguir são apresentadas as ruas que possuem redes a serem substituídas, bem como os mapas com os logradouros em destaque.

Tabela 11-3. Relação dos comprimentos e material das redes em função dos diâmetros do Sistema de Abastecimento de Água

DIÂMETRO	COMPRIMENTO POR MATERIAL (m)					
(mm)	**DEFF**	**FF**	**PVC**	**AÇO**	**CA**	**Total Geral**
25				107,32		107,32
50			322.938,31	9.157,23	275,81	332.371,35
65		22.938,83				22.938,83
75		5.103,72	26.684,78	576,72		32.365,22
100	497,3		18.272,79		1.709,07	20.479,16
125				2990,85		2.990,85
150	12.138,32	6.333,95	15.600,20	156,84	8.599,80	42.829,11

Tabela 11-3. Relação dos comprimentos e material das redes em função dos diâmetros do Sistema de Abastecimento de Água

DIÂMETRO	COMPRIMENTO POR MATERIAL (m)					
(mm)	DEFF	FF	PVC	AÇO	CA	Total Geral
200	2.739,81	1.893,08			1.439,26	6.072,15
250	4.302,45	293,84		53,98		4.650,27
300		15,88				15,88
350		3.468,25				3.468,25
Total Geral	**19.677,88**	**40.087,71**	**383.496,08**	**13.646,24**	**12.023,94**	**468.931,85**

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Destaca-se que no presente trabalho o foco é a substituição das redes de distribuição com diâmetros inferiores a 150 mm de ferro fundido, aço e cimento amianto, em função principalmente das incrustações e do aumento da possibilidade de ocorrência de vazamento nessas redes que são mais antigas. Na Figura 11-1 e na Figura 11-2, pode-se observar uma rede de ferro fundido de 50mm que foi retirada de um sistema de abastecimento de água, nota-se que a rede se encontrava quase toda obstruída em função da incrustação. Salienta-se que é necessária a contratação de um projeto visando a substituição das redes nessas situações.

Quanto aos ramais de distribuição de água, é recomendado que seja adotado a utilização de PEAD DN 20. No entanto, é comum a existência de ramais em ferro, principalmente nas regiões mais antiga do município. Desta forma, quando forem substituídas as redes mais antigas existentes no município, recomenda-se que também sejam substituídos os ramais, pois existe um alto índice de ocorrência de vazamento nessas situações em virtude do tempo de instalação.

A seguir é apresentada uma tabela resumo com os comprimentos de rede que devem ser substituídos em função dos diâmetros e material, bem como as tabelas contemplando todas as ruas que possuem redes nas condições descritas acima e, em seguida, figuras contendo o mapa do município com as redes em questão destacadas.

Tabela 11-4. Extensões de rede em ferro fundido, cimento amianto e aço a serem substituídas

Diâmetro (mm)	Material	Extensão (m)
25	AÇO	107,32
50	CA	275,81
65	FF	22.938,83
75	FF	5.103,72
75	AÇO	576,72
100	CA	1.709,07

Tabela 11-4. Extensões de rede em ferro fundido, cimento amianto e aço a serem substituídas

Diâmetro (mm)	Material	Extensão (m)
125	AÇO	2.990,85
Total		34.345,78

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 11-1. Tubulação de Ferro Fundido DN 50mm apresentando grau avançado de incrustação



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 11-2. Tubulação de Ferro Fundido DN 50mm apresentando grau avançado de incrustação



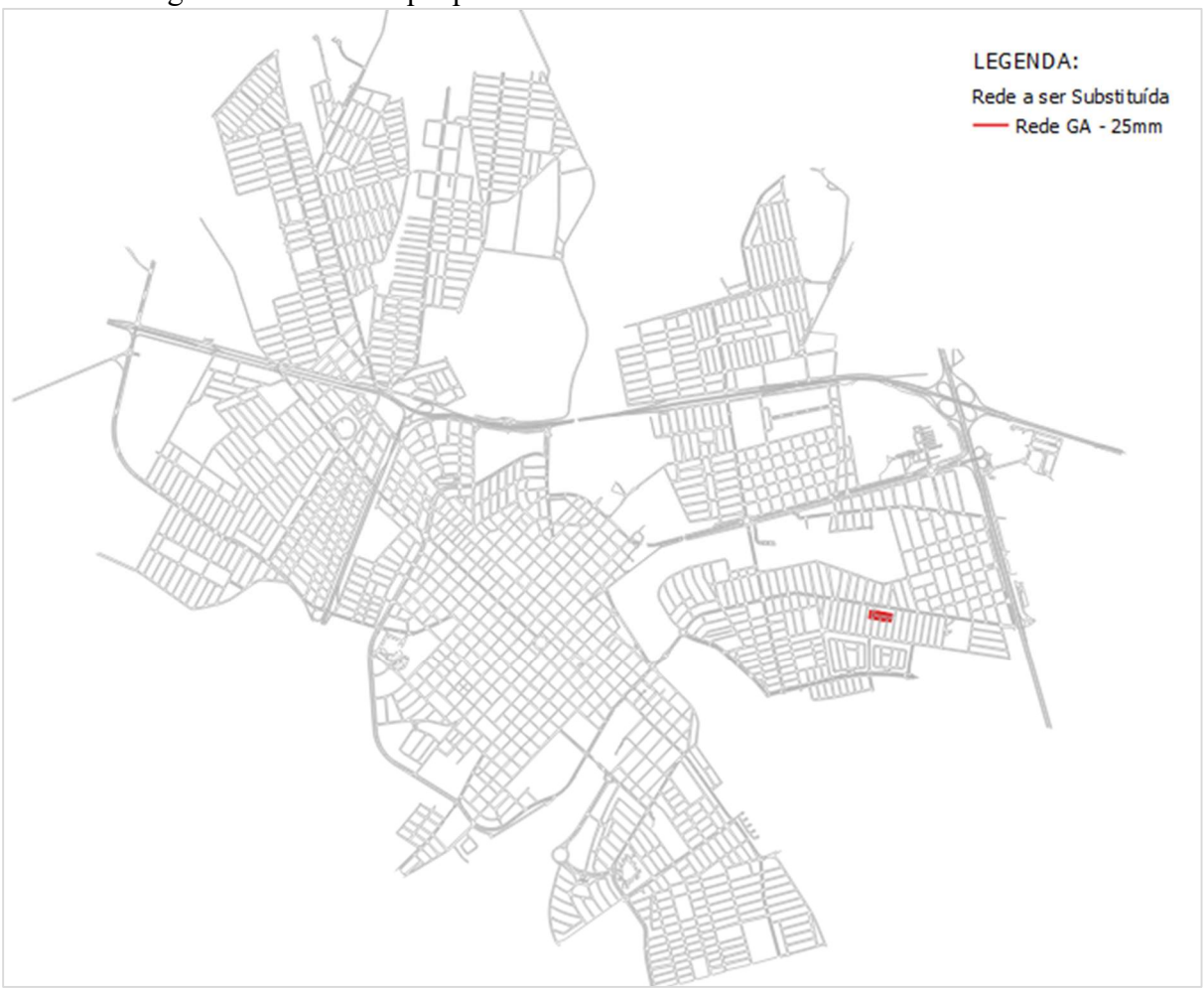
Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 11-5. Logradouro que possui rede em Aço de 25mm que necessitam de substituição por PVC-PBA

Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua João Belcastro	107,21

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 11-3. Locais que possuem rede de ferro fundido DN 50mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 11-6. Logradouro que possui rede em CA de 50mm que necessitam de substituição por PVC-PBA

Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Coronel Conrado Caldeira	275,81

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 11-4. Locais que possuem rede de CA DN 50mm



Fonte: Novaes, 2024.

Tabela 11-7. Logradouros que possuem redes em FF de 65mm que necessitam de substituição por PVC PBA

Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Coronel João Manoel	186,08
Rua Marechal Deodoro da Fonseca	811,94
Rua Valin	158,07
Alameda Aníbal de Carvalho	116,10
Rua Antônio Alves de Toledo	298,79
Rua Quinze de Novembro	202,10
Rua José Francisco Paschoal	505,09
Rua José Sanches Peres	220,93
Rua Goiânia	165,83
Rua Marechal Floriano Peixoto	357,88
Rua Alagoas	117,95
Rua São Paulo	164,03
Rua Raquel Beleza França de Carvalho	116,19
Rua Guanabara	49,97
Rua Vicente Paschoal	299,75
Rua Otto Henrique Mahle	399,83
Rua Mauro de Abreu Izique	210,96
Rua Duque de Caxias	394,25

Tabela 11-7. Logradouros que possuem redes em FF de 65mm que necessitam de substituição por PVC PBA

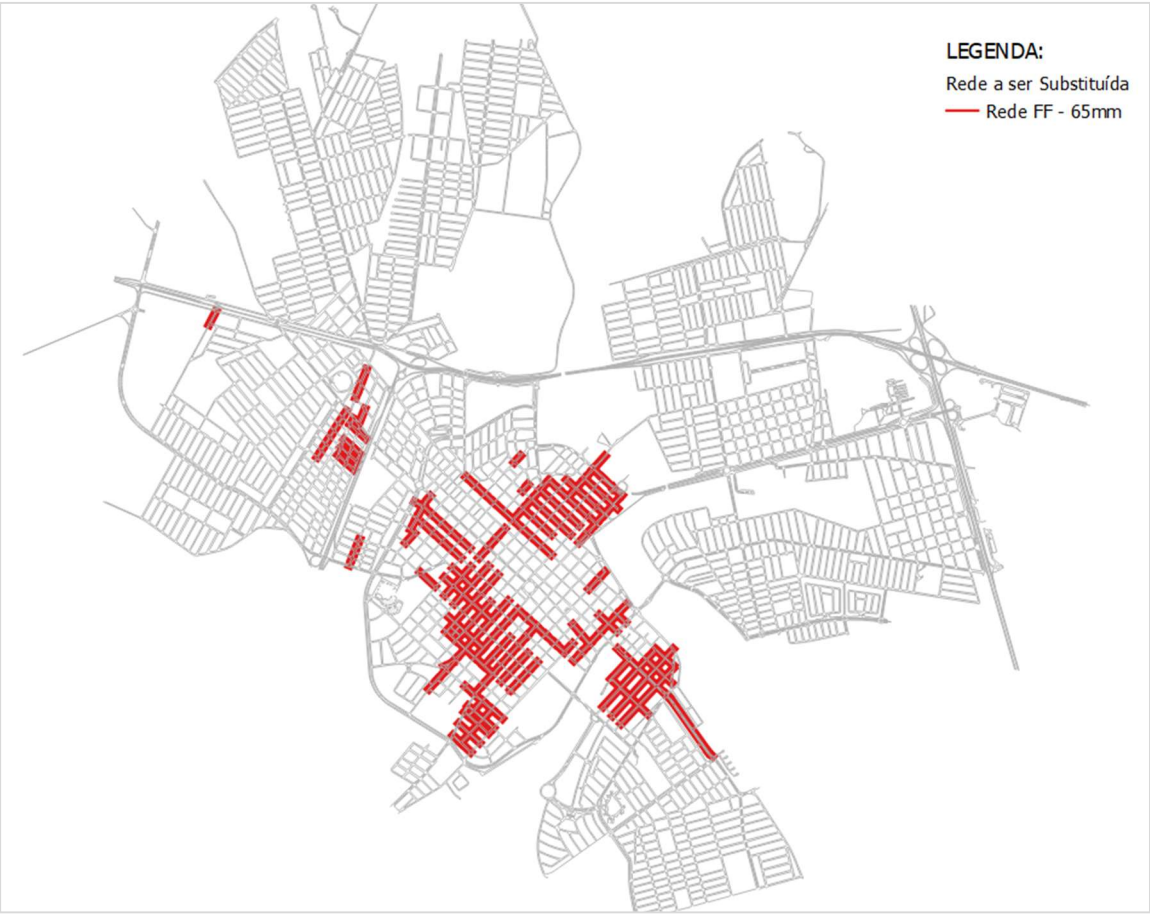
Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Doutor Oscar Werneck	711,09
Rua Almeida Pinto	267,54
Rua Prudente de Moraes	571,96
Rua Paul Harris	605,01
Rua Sergipe	662,04
Rua José Ambrósio Ferreira	249,73
Viela Raphael Latorre	95,82
Avenida Maria Dias	1.120,58
Rua Nossa Senhora de Fátima	90,80
Rua Ascanio de Carvalho	382,48
Rua Doutor Tobias de Lima	991,47
Rua Campos Salles	398,51
Rua Adriano Garrido	262,41
Rua Francisco Inácio	653,76
Rua Joaquim José de Lima	65,40
Rua Professor Orlando França de Carvalho	488,89
Rua Professor João Leite de Camargo	205,68
Rua Coronel Conrado Caldeira	4,05
Rua Lucas Evangelista	1.028,70
Rua General Osório	200,21
Rua Visconde do rio Branco	568,27
Rua Porto Alegre	166,40
Rua Prudente de Moraes	382,26
Rua João A. Stamato	185,86
Rua Presidente Vargas	701,57
Rua Adolfo Pinto	408,00
Avenida Raul Furquim	7,95
Rua Doutor Brandão Veras	984,79
Avenida Major Eduardo da Silva Pereira	221,03
Rua Jaime Macuco	498,68
Viela Ulisses de Carvalho	99,77
Rua Belo Horizonte	166,00
Rua Jaborandi	4,56
Rua dos Andradas	410,26
Rua Araraquara	190,67
Rua Alfredo Ellis	596,27
Rua Rubião Junior	873,75
Rua Melvin Jones	303,48
Rua Professora Maria Pinto da Fonseca	300,74
Rua Vanor Junqueira Franco	887,88
Rua Felício Castelani	394,55
Rua Quintino Bocaiuva	69,97
Rua Antônio Toller	102,52

Tabela 11-7. Logradouros que possuem redes em FF de 65mm que necessitam de substituição por PVC PBA

Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Norberto Rangel	591,70

Fonte: Novaes, 2024.

Figura 11-5. Locais que possuem rede de ferro fundido DN 65mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 11-8. Logradouros que possuem redes em FF de 75mm que necessitam de substituição por PVC PBA

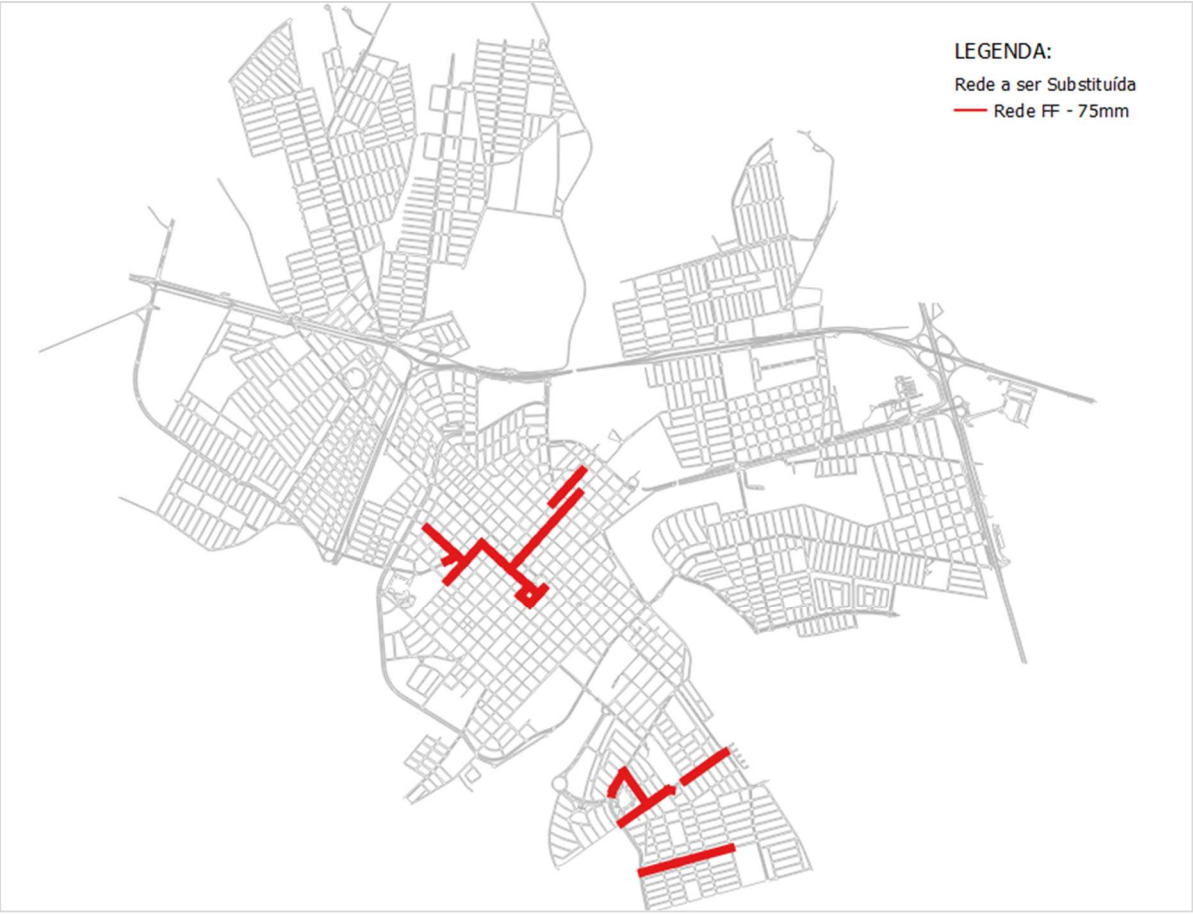
Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Henrique Teixeira de Carvalho	282,98
Rua Henrique Teixeira de Carvalho	437,86
Avenida da Justiça	4,14
Avenida da Justiça	65,33
Avenida da Justiça	65,29
Avenida da Justiça	65,51
Avenida da Justiça	62,56
Avenida da Justiça	61,01
Avenida da Justiça	26,93
Rua Michel Burjaili	7,04
Rua João Matheus de Morais	318,97
Avenida São Francisco	29,05
Avenida da Justiça	245,9
Avenida São Francisco	167,73
Avenida da Justiça	59,42
Rua João Matheus de Morais	5,31
Avenida da Justiça	58,88
Rua Aparecida Lima de Oliveira	5,92
Avenida da Justiça	58,32
Rua Joaquim Moreira	4,87
Avenida da Justiça	60,7
Rua General Osório	102,26
Rua General Osório	100,23
Avenida Alan Kardec	48,58
Rua General Osório	95,43
Avenida Alan Kardec	46,89
Rua General Osório	100,23
Rua Joaquim José de Lima	99,92
Rua Joaquim José de Lima	102,1
Rua Visconde do rio Branco	99,93
Rua Doutor Tobias de Lima	37,16
Rua Duque de Caxias	51,71
Rua Duque de Caxias	100,56
Rua Duque de Caxias	95,34
Rua Duque de Caxias	98,67
Rua Lucas Evangelista	100,44
Rua Visconde do rio Branco	97,32
Rua Visconde do rio Branco	98,21
Rua Visconde do rio Branco	100,32
Avenida Raul Furquim	7,88
Rua Lucas Evangelista	95,38
Rua Lucas Evangelista	96,86
Rua Lucas Evangelista	1,6
Rua Lucas Evangelista	96,14
Rua Lucas Evangelista	94,38
Rua Lucas Evangelista	117,11
Rua Lucas Evangelista	99,16

Tabela 11-8. Logradouros que possuem redes em FF de 75mm que necessitam de substituição por PVC PBA

Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Lucas Evangelista	98,55
Rua Visconde do rio Branco	103
Rua Joaquim José de Lima	70,35
Rua Visconde do rio Branco	5,44
Rua Cel. Joaquim José de Lima	127,79
Rua Visconde do rio Branco	95,96
Rua Visconde do rio Branco	3,01
Rua Vanor Junqueira Franco	101,7
Rua Doutor Tobias de Lima	97,4
Rua Rubião Junior	96,69
Rua Doutor Tobias de Lima	26,3

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 11-6. Locais que possuem rede de ferro fundido DN 75mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 11-9. Logradouros que possuem redes em Aço de 75mm que necessitam de substituição por PVC PBA

Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Antônio Gonçalves	57,15
Rua Antônio Gonçalves	58,05
Rua Antônio Gonçalves	59,64
Rua Antônio Gonçalves	58,9
Rua Nagib Miguel Burjaili	10,03
Rua Nagib Miguel Burjaili	41,62
Rua Nagib Miguel Burjaili	71,31
Rua Coronel Conrado Caldeira	89,18
Rua José Fávero	130,74

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 11-7. Locais que possuem rede de Aço DN 75mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 11-10. Logradouros que possuem redes em CA de 100mm que necessitam de substituição por DEFF

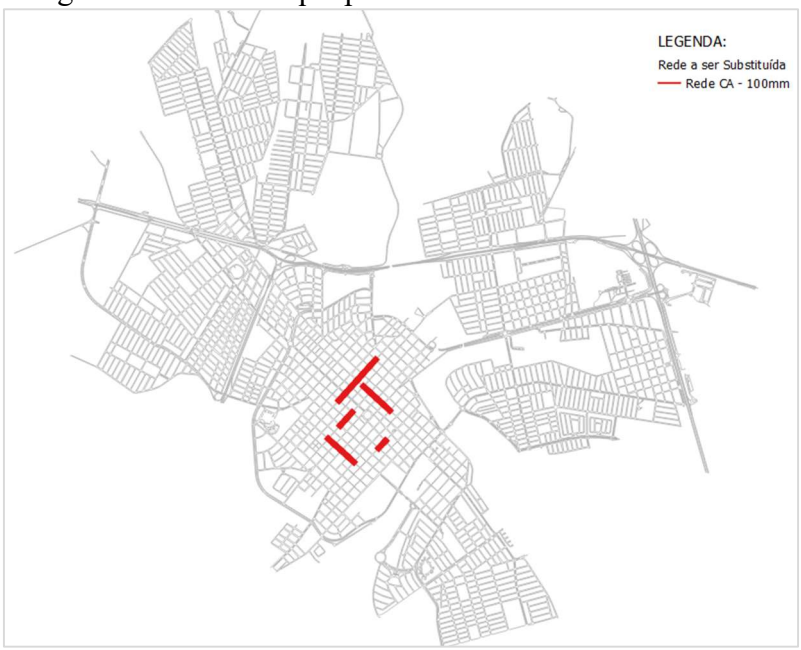
Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Coronel João Manoel	99,27
Rua Coronel João Manoel	97,37
Rua Coronel João Manoel	101,08
Rua Coronel João Manoel	100,41
Rua Campos Salles	1,99
Rua Campos Salles	99,48

Tabela 11-10. Logradouros que possuem redes em CA de 100mm que necessitam de substituição por DEFF

Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Campos Salles	96,6
Rua Duque de Caxias	94,63
Rua Duque de Caxias	99,34
Rua Duque de Caxias	116,95
Rua Duque de Caxias	0,65
Rua Duque de Caxias	94,2
Rua Duque de Caxias	97,61
Rua Duque de Caxias	96,54
Rua Coronel Conrado Caldeira	1,94
Rua Coronel Conrado Caldeira	2,35
Rua Valin	89,61
Rua Valin	100,5
Rua Valin	97,62
Rua Valin	100,13
Rua Visconde do rio Branco	5,01
Avenida Raul Furquim	7,92
Rua Prudente de Moraes	107,88

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 11-8. Locais que possuem rede de CA DN 100mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Tabela 11-11. Logradouros que possuem redes em Aço de 125mm que necessitam de substituição por DEFF

Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Alny Antônio Guimarães	145,47
Rua Paraguai	81,58
Rua Brasília	21,16
Rua Fortaleza	69,65

Tabela 11-11. Logradouros que possuem redes em Aço de 125mm que necessitam de substituição por DEFF

Logradouro	Extensão de rede aproximada (m)
Rua Paraguai	96
Rua Paraguai	178
Avenida São Francisco	81,14
Rua Onze de Marco	59,61
Avenida São Francisco	52,22
Rua São João	99,51
Rua São João	86,96
Rua São João	98,14
Rua Nossa Senhora de Fátima	94,46
Rua Nossa Senhora de Fátima	93,83
Rua São João	98,51
Rua Nossa Senhora de Fátima	97,25
Rua Doutor Brandão Veras	1,43
Rua Doutor Brandão Veras	2,99
Rua Nossa Senhora de Fátima	114,4
Rua Nossa Senhora de Fátima	107,83
Rua Rubião Junior	112,18
Rua Rubião Junior	92,23
Rua Campos Salles	1,61
Rua Campos Salles	98,32
Rua Campos Salles	100,41
Rua Campos Salles	100,25
Rua Campos Salles	97,51
Rua Campos Salles	211,85
Rua Campos Salles	95,58
Rua Campos Salles	4,45
Avenida Raul Furquim	7,84
Rua Campos Salles	93,89
Rua Campos Salles	97,19
Rua Campos Salles	197,4

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Figura 11-9. Locais que possuem rede de Aço DN 125mm



Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

11.3 PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES E OBRAS (LIMPEZA OU TROCA DE REDES) PARA MELHORIA DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES

Para realizar os serviços de substituição das redes mais antigas, recomenda-se a contratação de uma empresa especializada para elaboração dos projetos executivos das redes a serem substituídas. Contemplando nesses projetos plantas baixas, perfis e detalhes hidráulicos das redes a serem implantadas; memorial de cálculo hidráulico contendo as pressões e vazões em cada trecho; memorial descritivo das redes a serem implantadas; especificação técnica dos materiais a serem adquiridos; planilha orçamentária para execução da obra e cronograma físico financeiro.

Após a elaboração do projeto, o SAAEB deve realizar a contratação de uma empresa especializada para execução das obras de substituição de redes. Assim, deve ser realizado um processo de licitação para a realização da referida contratação.

Destaca-se que estas obras ocasionam transtornos para a população, uma vez que paralisam o trânsito, além de ocupar as áreas de fachadas das residências. Desta forma,

recomenda-se que o SAAEB realize divulgações na rádio, utilize carros de som, jornais locais, como ferramentas para descrever a importância da realização de tais obras, visando obter apoio por parte da população. Todas as obras de execução de redes de água devem ser devidamente sinalizadas, evitando causar acidentes de pedestres e motoristas. Portanto, durante todo o período de execução, o SAAEB deve fiscalizar se a sinalização instalada atende as necessidades.

11.4 ANÁLISE DAS LIGAÇÕES (RAMAIS E CAVALETES E SUGESTÕES PARA MELHORIA)

Recomenda-se que as ligações sejam executadas com material PEAD DN 20 mm, com tê de ligação com material Polipropileno Randon – PPR, atendendo a norma NBR 15.803, contendo vedação por anel o'ring EPDM e manta de travamento em borracha SBR e que a pressão seja suficiente para suportar 100 m.c.a.

Quanto ao cavalete das ligações, foi possível constatar que no município existem diversos padrões já implantados. No entanto, o serviço de água deve ser padronizando através da utilização da caixa de proteção, bem como dos lacres de vedação dos hidrômetros. No Produto 10 é sugerido um procedimento para padronização das ligações de água.

11.5 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA PARA SUBSTITUIÇÃO DE REDES DO MUNICÍPIO DE BEBEDOURO

Conforme já abordado, recomenda-se serem substituídas as redes com diâmetros inferiores a 150mm em ferro fundido, aço e cimento amianto, por se tratarem de redes antigas, que apresentam maior índices de manutenções e vazamentos. Assim, a Tabela 11-12 abaixo, apresenta a planilha resumo dos orçamentos para substituição de redes no município de Bebedouro.

Tabela 11-12. Resumo de investimentos necessários para a substituição de redes

RESUMO
TROCA DE REDE

Obra:	Troca de Redes de Abastecimento de Água							
Tomador:	SAAEB - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Bebedouro							
ITEM	REDE EXISTENTE			REDE SUGERIDA			VALOR TOTAL (R$)	
	DIÂMETRO NOMINAL (MM)	MATERIAL	EXTENSÃO (M)	DIÂMETRO NOMINAL (MM)	MATERIAL	EXTENSÃO (M)		
1	25,00	AÇO	107,32 m	50,00	PVC PBA	107,32 m	R$	77.558,30
2	50,00	CIMENTO AMIANTO	275,81 m	50,00	PVC PBA	275,81 m	R$	185.999,87
3	65,00	FERRO FUNDIDO	22.938,83 m	75,00	PVC PBA	22.938,83 m	R$	12.882.991,42
4	75,00	FERRO FUNDIDO	5.103,72 m	75,00	PVC PBA	5.103,72 m	R$	3.143.801,21
5	75,00	AÇO	576,72 m	75,00	PVC PBA	576,72 m	R$	381.255,24
6	100,00	CIMENTO AMIANTO	1.709,07 m	100,00	PVC PBA	1.709,07 m	R$	1.157.131,29
7	125,00	AÇO	2.990,85 m	150,00	DEFOFO	2.990,85 m	R$	1.642.938,35
TOTAL							R$	19.471.675,68

Fonte: Novaes Engenharia, 2024.

Conforme a planilha orçamentária acima, o valor estimado para a substituição das redes mais antigas do município de Bebedouro é de **R$ 19.471.675,68**. No entanto, como já dito, trata-se de um valor estimativo, uma vez que para obter o orçamento para execução da obra, faz-se necessário a elaboração de um projeto executivo.

Destaca-se que para a obra de substituição das redes, foram considerados os seguintes itens:

- Contratação de uma empresa para a execução da obra, sendo previsto a presença de um engenheiro durante metade do tempo do dia na obra, visando fiscalizar os serviços a serem executados;
- Implantação de uma placa de obra padrão do governo estadual;
- Serviços de corte do asfalto, incluindo bota fora do material;
- Serviços de abertura de vala, apiloamento do fundo da vala, colocação de lastro de areia, assentamento da tubulação, fechamento da vala com a devida compactação;
- Serviços de implantação da base e sub-base em pedra graduada e acabamento em asfalto CBUQ.

Os orçamentos detalhados com seus respectivos memoriais quantitativos são apresentados no Anexo 11-1. O cronograma físico-financeiro pode ser observado no Produto 13, que trata das análises de alternativas e retorno dos investimentos.

12. PERDAS FINANCEIRAS E INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS

As perdas físicas e aparentes em sistema de abastecimento de água resultam na redução da receita obtida pelas empresas e elevam os custos operacionais, como energia e manutenção, sem retorno financeiro correspondente.

A dimensão financeira das perdas vai além das empresas de saneamento, afetando também os consumidores e a sociedade. Tarifas podem ser impactadas negativamente, e recursos que poderiam ser investidos na expansão e modernização dos serviços são direcionados para mitigar os prejuízos.

Este relatório busca analisar as perdas financeiras relacionadas ao abastecimento de água, suas principais causas e os impactos econômicos associados.

12.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CONSUMIDORES E ENQUADRAMENTO TARIFÁRIO

O sistema de abastecimento de água de Bebedouro atende a 33.166 ligações de água, distribuídas em cinco categorias de consumo: residencial, comercial, público, industrial e social. Como pode ser observado na Tabela 12-1, que apresenta a quantidade de economias dentro de cada uma das categorias de consumo, o munícipio se caracteriza por possuir majoritariamente economias de consumo residencial

Tabela 12-1. Segmentação do consumo micromedido segundo categoria de consumo

Categorias	Quant.	Percentual
Residencial	30.645	92,4%
Comercial	2.295	6,9%
Público	186	0,6%
Industrial	34	0,1%
Social	6	0,0%

Fonte: Novaes, 2025.

Analisando os dados de micromedição, foi possível estratificar o quantitativo de ligações por faixa de consumo [m³] em cada uma das categorias de consumo. Assim, observa-se que a o consumo médio da maior parte das ligações de água se concentra em duas principais faixas. Cerca de 36% das ligações apresentam consumo médio medido entre 0 e 10 m³/mês, enquanto 42% se enquadram na faixa de 11 a 20 m³/mês. Apresenta-se na Tabela 12-2 a estratificação das ligações categoria e faixas de consumos.

Tabela 12-2. Quantitativo de ligações por categoria e faixas de consumo

Categoria	Faixas de Consumo m³/mês						
	0 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60	> 61
Residencial	10.749	13.276	4.912	1.163	297	102	146
Comercial	1.362	516	237	80	34	22	44
Público	51	34	20	9	12	5	55
Industrial	16	8	2	2	1	1	4
Social	0	2	1	1	0	0	2
Total	12.178	13.836	5.172	1.255	344	130	251
Percentual	37%	42%	16%	4%	1%	0%	1%

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Segundo o Decreto n°15.901 de 24 de fevereiro de 2023, que reajusta o valor da tarifa e fixa preços relativos à cobrança de água e esgotos do município, o custo do m³ de água tratada é R$ 2,98 para a categoria de consumo residencial e R$ 3,74 para consumo comercial e industrial.

O SAAEB adota como critério tarifário a cobrança por metro cúbico (m³) consumido, com um sistema de acréscimos progressivos conforme as faixas de consumo e o volume de água utilizado. Contudo, para ligações residenciais cujo consumo mensal é inferior a 10 m³, é aplicada uma tarifa mínima, atualmente fixada em R$ 29,83. Apresenta-se na Tabela 12-3 os valores cobrados pelos diferentes volumes consumidos.

Tabela 12-3. Quadro tarifário - Decreto n°15.901

Faixa de consumo (m³)	Residencial	Comercial/Ind.
0 a 10	R$ 29,83	R$ 37,44
Adicional por m³	*R$ 4,05*	*R$ 5,01*
11	R$ 33,88	R$ 42,45
12	R$ 37,93	R$ 47,46
13	R$ 41,98	R$ 52,47
14	R$ 46,03	R$ 57,48
15	R$ 50,08	R$ 62,49
16	R$ 54,13	R$ 67,50
17	R$ 58,18	R$ 72,51
18	R$ 62,23	R$ 77,52
19	R$ 66,28	R$ 82,53
20	R$ 70,33	R$ 87,54
Adicional por m³	*R$ 5,36*	*R$ 6,57*
21	R$ 75,69	R$ 94,11

Tabela 12-3. Quadro tarifário - Decreto n°15.901

Faixa de consumo (m³)	Residencial	Comercial/Ind.
22	R$ 81,05	R$ 100,68
23	R$ 86,41	R$ 107,25
24	R$ 91,77	R$ 113,82
25	R$ 97,13	R$ 120,39
26	R$ 102,49	R$ 126,96
27	R$ 107,85	R$ 133,53
28	R$ 113,21	R$ 140,10
29	R$ 118,57	R$ 146,67
30	R$ 123,93	R$ 153,24
Adicional por m³	*R$ 6,00*	*R$ 7,56*
31	R$ 129,93	R$ 160,80
32	R$ 135,93	R$ 168,36
33	R$ 141,93	R$ 175,92
34	R$ 147,93	R$ 183,48
35	R$ 153,93	R$ 191,04
36	R$ 159,93	R$ 198,60
37	R$ 165,93	R$ 206,16
38	R$ 171,93	R$ 213,72
39	R$ 177,93	R$ 221,28
40	R$ 183,93	R$ 228,84
Adicional por m³	*R$ 7,51*	*R$ 9,32*
41	R$ 191,44	R$ 238,16
42	R$ 198,95	R$ 247,48
43	R$ 206,46	R$ 256,80
44	R$ 213,97	R$ 266,12
45	R$ 221,48	R$ 275,44
46	R$ 228,99	R$ 284,76
47	R$ 236,50	R$ 294,08
48	R$ 244,01	R$ 303,40
49	R$ 251,52	R$ 312,72
50	R$ 259,03	R$ 322,04
Adicional por m³	*R$ 9,06*	*R$ 11,30*
51	R$ 268,09	R$ 333,34
52	R$ 277,15	R$ 344,64
53	R$ 286,21	R$ 355,94
54	R$ 295,27	R$ 367,24
55	R$ 304,33	R$ 378,54
56	R$ 313,39	R$ 389,84
57	R$ 322,45	R$ 401,14
58	R$ 331,51	R$ 412,44

Tabela 12-3. Quadro tarifário - Decreto n°15.901

Faixa de consumo (m³)	Residencial	Comercial/Ind.
59	R$ 340,57	R$ 423,74
60	R$ 349,63	R$ 435,04
Adicional por m³	*R$ 10,93*	*R$ 13,73*
61	R$ 360,56	R$ 448,77
62	R$ 371,49	R$ 462,50
63	R$ 382,42	R$ 476,23
64	R$ 393,35	R$ 489,96
65	R$ 404,28	R$ 503,69
66	R$ 415,21	R$ 517,42
67	R$ 426,14	R$ 531,15
68	R$ 437,07	R$ 544,88
69	R$ 448,00	R$ 558,61
70	R$ 458,93	R$ 572,34
71	R$ 469,86	R$ 586,07
72	R$ 480,79	R$ 599,80
73	R$ 491,72	R$ 613,53
74	R$ 502,65	R$ 627,26
75	R$ 513,58	R$ 640,99
76	R$ 524,51	R$ 654,72
77	R$ 535,44	R$ 668,45
78	R$ 546,37	R$ 682,18
79	R$ 557,30	R$ 695,91
80	R$ 568,23	R$ 709,64
81	R$ 579,16	R$ 723,37
82	R$ 590,09	R$ 737,10
83	R$ 601,02	R$ 750,83
84	R$ 611,95	R$ 764,56
85	R$ 622,88	R$ 778,29
86	R$ 633,81	R$ 792,02
87	R$ 644,74	R$ 805,75
88	R$ 655,67	R$ 819,48
89	R$ 666,60	R$ 833,21
90	R$ 677,53	R$ 846,94
91	R$ 688,46	R$ 860,67
92	R$ 699,39	R$ 874,40
93	R$ 710,32	R$ 888,13
94	R$ 721,25	R$ 901,86
95	R$ 732,18	R$ 915,59
96	R$ 743,11	R$ 929,32
97	R$ 754,04	R$ 943,05
98	R$ 764,97	R$ 956,78

Tabela 12-3. Quadro tarifário - Decreto n°15.901

Faixa de consumo (m³)	Residencial	Comercial/Ind.
99	R$ 775,90	R$ 970,51
100	R$ 786,83	R$ 984,24

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

12.2 COMPARATIVO DE TARIFAS COM OUTROS SISTEMAS

Os custos de produção e distribuição de água variam conforme as características de cada localidade, em virtude da disponibilidade hídrica bem como da logística do acesso ao município, não sendo possível estabelecer uma tarifa padrão de abastecimento de água.

Apresenta-se a seguir três quadros tarifários de diferentes operados, públicos e privados, em diferentes munícipios no Estado de São Paulo.

Em Araraquara, atendido pelo Departamento Autônomo de Água e Esgoto (DAEE), o critério tarifário adotado não utiliza uma tarifa mínima para faturamento do consumo. A cobrança é realizada com base no volume consumido por metro cúbico (m³), segregando os consumidores em categorias distintas, cada uma com um custo específico por m³, como apresenta a Tabela 12-4.

Tabela 12-4. Quadro tarifário DAEE Araraquara

Faixa de consumo (m³)	Residencial	Comercial	Industrial	Municipal	Mista
0 a 10	R$ 1,93	R$ 4,17	R$ 4,95	R$ 0,83	R$ 3,03
11 a 20	R$ 3,47	R$ 7,51	R$ 8,35	R$ 1,50	R$ 5,49
21 a 30	R$ 4,95	R$ 10,96	R$ 11,80	R$ 2,20	R$ 7,95
31 a 40	R$ 6,48	R$ 13,73	R$ 16,08	R$ 2,75	R$ 10,12
41 a 50	R$ 7,69	R$ 16,09	R$ 18,02	R$ 3,23	R$ 11,91
51 a 100	R$ 9,18	R$ 19,04	R$ 21,08	R$ 3,80	R$ 14,13
101 a 200	R$ 10,83	R$ 22,66	R$ 25,16	R$ 4,54	R$ 16,79
Acima de 200	R$ 12,90	R$ 27,07	R$ 29,68	R$ 5,42	R$ 19,94

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), uma empresa de capital público-privado em processo de privatização, responsável por atender a capital Paulista e diversos municípios no Estado, adota o faturamento do consumo com base em uma tarifa mínima, acrescida conforme o aumento do consumo dentro de faixas tarifárias estabelecidas. Além disso, considerando a existência de áreas de vulnerabilidade social na cidade, há uma tarifa social fixa para os consumidores que comprovem

necessidade deste enquadramento. Apresenta-se na Tabela 12-5 o quadro tarifário aplicado em SP.

Tabela 12-5. Quadro tarifário aplicado pela SABESP em São Paulo/SP

Faixa de consumo (m³)	Residencial Social (R$/mês	Residencial	Comercial / Industrial	Entidades Sociais	Publica com contrato
0 a 10	R$ 10,76	R$ 37,96	R$ 76,60	R$ 38,30	R$ 57,39
11 a 20		R$ 6,01	R$ 14,98	R$ 7,48	R$ 11,22
21 a 50		R$ 14,98	R$ 28,71	R$ 11,41	R$ 21,59
Acima de 50		R$ 16,50	R$ 29,90	R$ 14,97	R$ 22,44

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

No município de Lins/SP embora também seja operado pela SABESP, adota-se um outro enquadramento tarifário, havendo inclusive a aplicação de uma tarifa social, com variação em função do volume consumido ao exceder 10 m³. Apresenta-se na Tabela 12-6 o quadro tarifário do município.

Tabela 12-6. Quadro tarifário Adotado pela SABESP em Lins/SP

Faixa de consumo (m³)	Residencial Social (R$/mês)	Faixa de consumo (m³)	Residencial Especial	Residencial Normal	Comercial / Industrial	Entidades Sociais	Publica com contrato
0 a 10	R$ 10,34	0 a 10	R$ 24,46	R$ 30,61	R$ 61,31	R$ 30,68	R$ 45,98
11 a 20	R$ 1,63	11 a 20	R$ 3,39	R$ 4,25	R$ 7,22	R$ 3,67	R$ 5,41
21 a 30	R$ 3,48	21 a 50	R$ 5,21	R$ 6,53	R$ 11,78	R$ 5,94	R$ 8,85
31 a 50	R$ 5,02	Acima de 50	R$ 6,28	R$ 7,81	R$ 13,78	R$ 6,93	R$ 10,34
Acima de 50	R$ 5,94						

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Assim, destaque-se que as tarifas podem variar em função das diferentes especificidades de cada sistema, de maneira que os operadores devem buscar adequação tarifária que melhor atenda às necessidades econômicas da operação e representem adequadamente as características sociais e econômicas dos usuários.

12.3 ANALISE DO FATURAMENTO

Com base nos dados de micromedição, foi possível analisar aspectos relacionados ao faturamento, essenciais para compreender o desempenho econômico do sistema de abastecimento de água. Este capítulo apresenta uma avaliação do faturamento do SAAEB, destacando os principais indicadores e tendências observados.

Conforme descrito no item 12.1, o sistema de cobranças classifica os consumidores em sete faixas tarifárias, de acordo com os volumes de consumo, proporcionando assim maior equidade, assegurando que os usuários paguem de maneira proporcional pelos serviços. Além disto, essa abordagem flexibilidade na gestão tarifária, permitindo ajustes estratégicos para enfrentar desafios como períodos de alta demanda ou crises hídricas.

Considerando as tarifas da Tabela 12-6 e os dados de referência, guardando as devidas ressalvas sobre valores discrepantes da média, foi possível estimar o valor monetário faturado em cada umas faixas tarifárias, como apresenta a Tabela 12-7.

Tabela 12-7. Valores faturados por faixa tarifária

Faixa tarifária	Valor faturado
Faixa 1	R$ 316.383,15
Faixa 2	R$ 790.179,99
Faixa 3	R$ 475.403,44
Faixa 4	R$ 175.979,31
Faixa 5	R$ 71.735,06
Faixa 6	R$ 33.925,62
Faixa 7	R$ 354.383,12

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

É importante ressaltar que, embora os consumidores nas faixas tarifárias 6 e 7 exerçam uma influência significativa no faturamento do operador do sistema, devido ao maior consumo e ao valor de tarifa mais elevado, as ligações nas faixas tarifárias 1 e 2 também merecem atenção constante. Isso porque, no município em questão, elas representam 78% do total de consumidores e 50% do faturamento total.

Foi identificada uma divergência entre os dados de volume medido e faturado, conforme apresentado na Tabela 12-8. Em 43% das ligações, o volume faturado foi superior ao volume medido, enquanto em 18% das ligações, ocorreu o inverso, com o volume faturado sendo inferior ao volume medido.

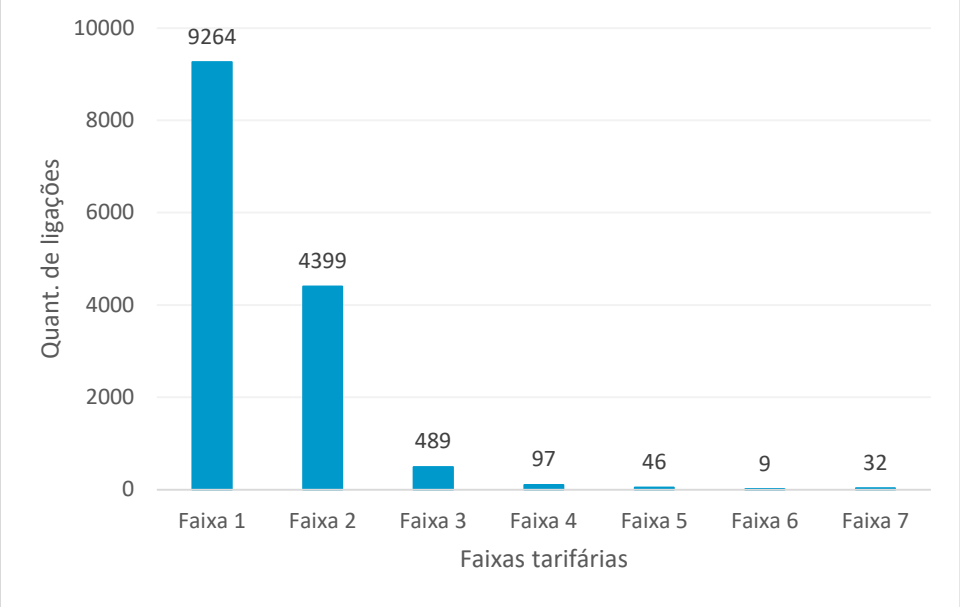
Tabela 12-8. Análise da relação de medição e faturamento

Condição	Quant. de ligações	Percentual relativo
Faturou a MAIS do que mediu	14.336,00	43%
Faturou a MENOS do que mediu	5.894,00	18%
Sem divergência entre medido e faturado	12.936,00	39%

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Uma análise mais detalhada revelou que, na maioria dos casos em que o volume faturado supera o volume medido, a diferença não excede 2 m³ e ocorre predominantemente nas faixas tarifárias 1 e 2, como apresenta a Figura 12-1.

Figura 12-1. Quantidade de ligações com faturamento superior ao volume medido



Fonte: Novaes, 2025.

A análise dos casos em que a diferença entre o volume faturado e o volume medido varia de 3 a 9 m³, considerando o enquadramento tarifário e desconsiderando valores fora da média de consumo, revelou um faturamento adicional de aproximadamente R$ 11.859,23. Já para as ligações em que essa diferença supera 10 m³, apresentadas na Tabela 12-9, o faturamento adicional alcançou cerca de R$ 46.666,51.

Tabela 12-9. Ligações com faturamento superior a 10 m³ em relação ao volume micromedido

Unidade Consumidora	Nº do Hidrômetro	Categoria de Consumo	Classificação	Faixa de Consumo	Consumo Medido Médio (m³)	Consumo Faturado Médio (m³)	Diferença (m³) [1]
1322400	G20GA00200	Comercial	Grande Consumidor	Faixa 7	275	327	52

Tabela 12-9. Ligações com faturamento superior a 10 m³ em relação ao volume micromedido

Unidade Consumidora	Nº do Hidrômetro	Categoria de Consumo	Classificação	Faixa de Consumo	Consumo Medido Médio (m³)	Consumo Faturado Médio (m³)	Diferença (m³) [1]
1204807	A23LN0103433	Residencial	Grande Consumidor	Faixa 7	97	118	21
1180179	A17LMO498650	Residencial	Normal	Faixa 6	42	54	12
1197808	A19S271299	Comercial	Normal	Faixa 4	29	39	10
1190003	A19LMO693967	Residencial	Normal	Faixa 4	15	36	21
1203809	A22BR0160553	Comercial	Normal	Faixa 4	13	32	19
1197030	A21S186006	Residencial	Normal	Faixa 3	12	28	16
1177755	A18LM0045846	Comercial	Normal	Faixa 3	8	22	14
1184077	A23LN0102563	Residencial	Normal	Faixa 2	6	17	11
1187845	A21S186571	Residencial	Normal	Faixa 4	4	33	29
1188406	A24LN0043626	Residencial	Normal	Faixa 2	4	17	13
1194656	A22BR0160002	Residencial	Normal	Faixa 5	2	42	40
1199269	A22BR0204868	Residencial	Normal	Faixa 2	1	19	18

1 – [Consumo faturado médio – Consumo medido médio]

Fonte: Novaes, 2025.

Embora os dados não permitam determinar com exatidão o motivo pelo qual o faturamento é superior ao volume medido em mais de 40% das ligações, é possível conjecturar que o faturamento pela média de consumo, nos casos em que não é possível realizar a leitura, contribua para desvio nos dados.

É importante destacar que o faturamento indevido gera diversos impactos negativos. Esses incluem a diminuição da confiança e satisfação dos consumidores, distorção de receitas, comprometimento da saúde financeira da empresa, além de dificultar a identificação de perdas reais de água e afetar a gestão do consumo. A longo prazo, isso pode prejudicar a sustentabilidade financeira da empresa, limitando investimentos essenciais para melhorias e expansão.

Entre os 5.849 casos em que o volume faturado foi menor do que o volume medido, correspondentes a 18% do total de ligações do sistema, identificou-se que 301 possuem consumo médio superior a 50 m³, sendo classificados como grandes consumidores. Dentre esses grandes consumidores, 42 apresentaram diferença superior a 10 m³ entre o volume medido e o faturado.

A Tabela 12-10 apresenta a quantidade de ligações em que o volume faturado foi inferior ao medido, com diferenças iguais ou superiores a 10 m³, discriminadas por faixa

tarifária. Além disso, inclui uma estimativa do valor monetário faturado e do valor que deveria ter sido cobrado.

Tabela 12-10. Ligações com volume faturado inferior a 10 m³ em relação ao volume micromedido

Faixa tarifária	Quantidade de ligações	Consumo Medido Médio (m³)	Consumo Faturado Médio (m³)	Diferença (m³) [1]
Faixa 1	8	303,00	80,00	- 223,00
Faixa 2	17	541,00	255,00	- 286,00
Faixa 3	20	805,00	484,00	- 321,00
Faixa 4	10	484,00	361,00	- 123,00
Faixa 5	15	1.172,00	657,00	- 515,00
Faixa 6	5	388,00	274,00	- 114,00
Faixa 7	37	16.912,00	13.509,00	- 3.403,00

1 – [Consumo faturado médio – Consumo medido médio]

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Considerando o enquadramento tarifário e os dados de micromedição, a Tabela 12-11 apresenta uma estimativa de faturamento dos valores correspondentes ao volume micromedido e ao volume faturado. Os resultados indicam um déficit de faturamento em todas as faixas tarifárias, sendo esse mais acentuado na maior faixa, que concentra grandes consumidores. Assim, estima-se a não arrecadação de aproximadamente R$ 22.537,21.

Tabela 12-11. Comparativo entre faturamento do volume medido e do volume faturado

Faixa tarifária	Valor a ser faturado em relação ao Vol. Micromedido (m³)	Valor a ser faturado em relação ao Vol. Faturado (m³)	Diferença
Faixa 1	R$ 1.531,21	R$ 253,86	-R$ 1.277,35
Faixa 2	R$ 2.493,78	R$ 874,26	-R$ 1.619,52
Faixa 3	R$ 3.909,64	R$ 1.908,20	-R$ 2.001,44
Faixa 4	R$ 2.474,79	R$ 1.605,30	-R$ 869,49
Faixa 5	R$ 6.426,05	R$ 3.116,56	-R$ 3.309,49
Faixa 6	R$ 2.918,60	R$ 1.512,59	-R$ 1.406,01
Faixa 7	R$ 98.423,11	R$ 86.369,20	-R$ 12.053,91

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Não foi possível concluir, com base nos dados disponíveis, o motivo da discrepância entre os volumes medidos e faturados.

Contudo, destaca-se a importância de manter um rígido monitoramento do sistema de gerenciamento de micromedição, a fim de minimizar erros que resultam em impactos financeiros.

Para assegurar a sustentabilidade econômica do sistema de abastecimento de água, as tarifas cobradas devem gerar receitas suficientes para cobrir seus custos operacionais e de manutenção. Isso inclui despesas como energia elétrica, produtos químicos, salários e encargos trabalhistas, manutenção e operação do sistema, aquisição e conservação de equipamentos e maquinários, combustível para a frota de veículos, além de recursos para a substituição de materiais e equipamentos.

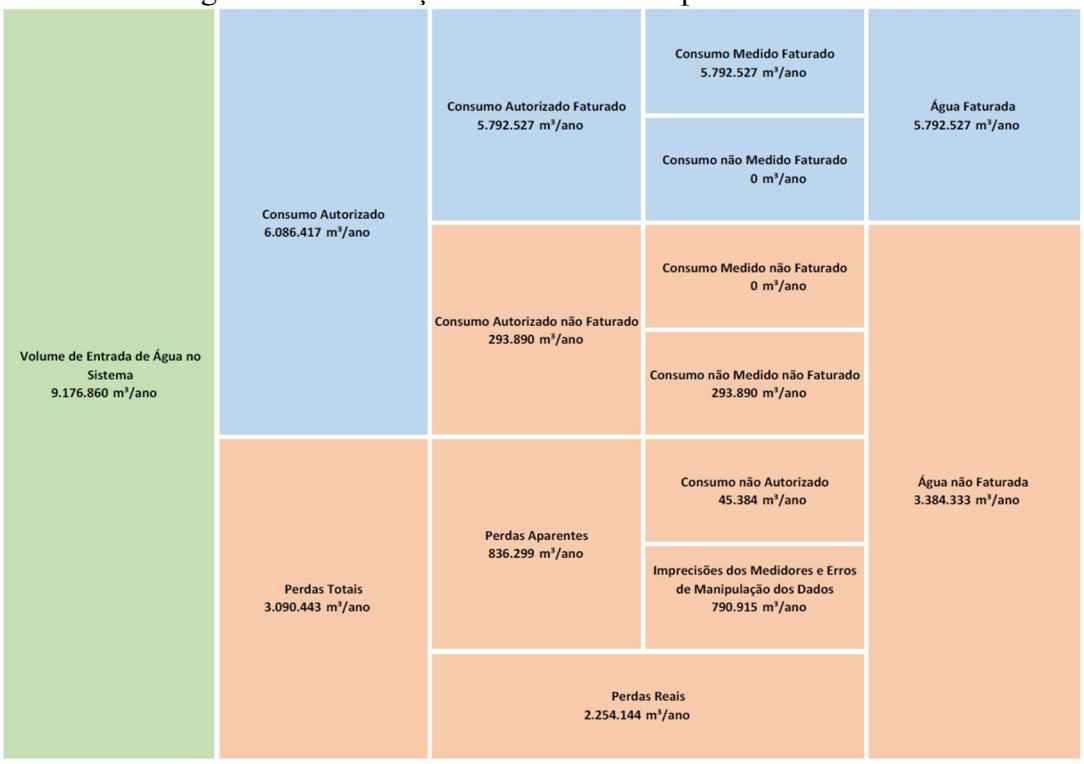
12.4 ESTIMATIVA DE PERDAS FINANCEIRAS

Uma das ferramentas fundamentais para a gestão de sistemas de abastecimento de água é a construção de um balanço hídrico, pois a contabilização das entradas e saídas de água no sistema permite identificar detalhadamente as perdas, contribuindo significativamente para direcionar ações voltadas à sua recuperação.

Neste estudo, utilizou-se o balanço hídrico como base para estimar as perdas financeiras, segmentadas em perdas aparentes e reais, nos itens 12.5, 12.5.1.

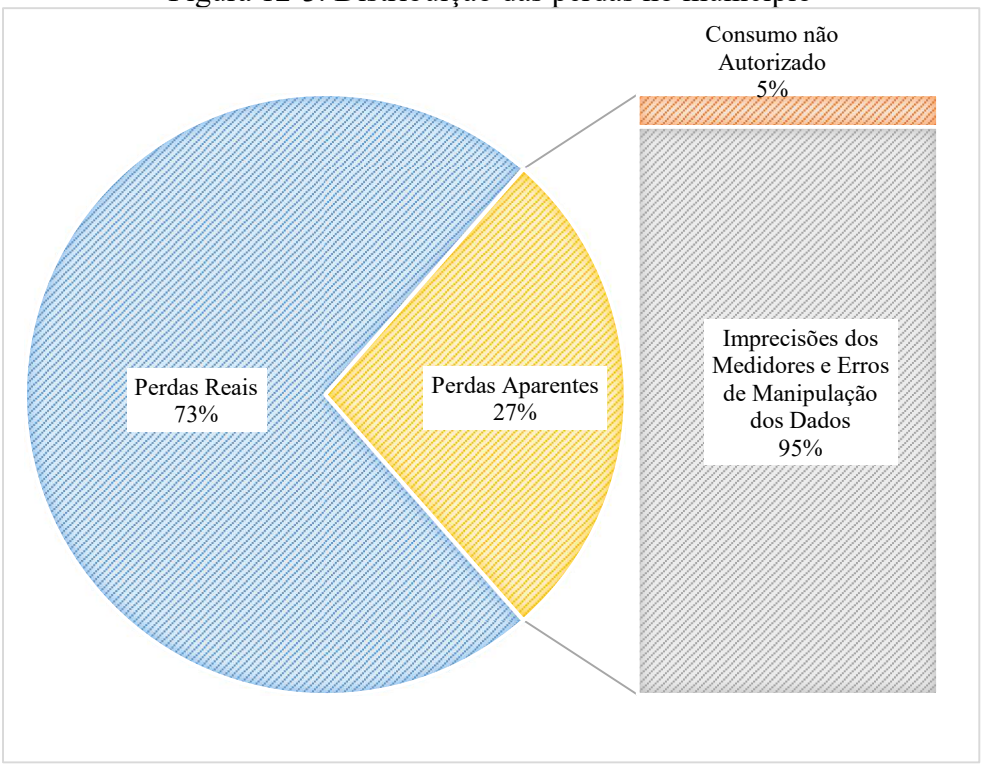
Apresenta-se na Figura 12-2 a seguir o balanço hídrico do sistema de abastecimento de água do município de Bebedouro e na Figura 12-3 como as perdas do sistema se distribuem.

Figura 12-2. Balanço hídrico do município de Bebedouro



Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Figura 12-3. Distribuição das perdas no município



Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

12.5 PERDAS FINANCEIRAS RESULTANTES DAS PERDAS APARENTES

As perdas aparentes representam aproximadamente 27% das perdas totais do município e são classificadas em dois tipos: consumo não autorizado, que inclui furtos, fraudes e ligações clandestinas, e perdas decorrentes de falhas nas medições, leituras e manipulação de dados.

Embora representem uma parcela menor das perdas reais, os consumos não autorizados têm um impacto significativo no faturamento. Com base no custo de R$ 2,98 por metro cúbico e no volume consumido não autorizado, estima-se uma perda anual de faturamento no valor de R$ 135.380,47.

Em relação ao desempenho dos micromedidores e seu impacto nas perdas financeiras, como detalhado no Produto 10, verificou-se que 70% medidores em operação tem menos de 5 anos de uso, sendo a média global de idade do parque de 3 anos. Tal condição contribui positivamente para a redução de erros na contabilização do consumo.

Por se tratarem de equipamentos sujeitos a uma margem natural de imprecisão, que tende a aumentar com o tempo de operação, e considerando que os dados obtidos podem apresentar erros decorrentes da manipulação durante os processos de leitura e registro, foi estimado, para cada faixa de consumo, o volume total que deixa de ser faturado. Com base no preço médio da tarifa correspondente a cada faixa, calculou-se o montante financeiro não faturado, conforme apresentado na Tabela 12-12.

Tabela 12-12. Estimativa de perdas financeiras por faixa de tarifa

Faixa tarifária	Distribuição do volume perdido em cada uma das faixas tarifárias (m³/ano)	Valor não faturado
Faixa 1	290.411	R$ 866.295,26
Faixa 2	329.949	R$ 1.719.201,06
Faixa 3	123.338	R$ 1.231.031,84
Faixa 4	29.928	R$ 469.663,07
Faixa 5	8.203	R$ 184.769,82
Faixa 6	3.100	R$ 95.750,65
Faixa 7	5.986	R$ 343.393,05
	Total	**R$ 4.910.104,76**

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

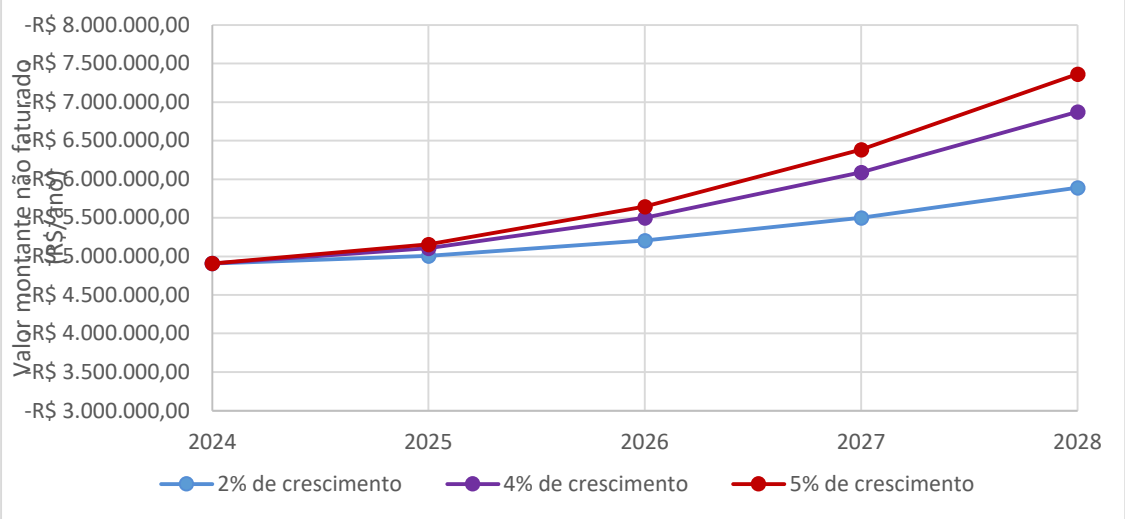
Cabe destacar que, sendo o sistema de abastecimento de água algo dinâmico, as perdas também se comportam de maneira dinâmica, variando para mais ou para menos em função das medidas de controle. Neste sentido, considerando a ausência de ações

voltadas à redução das perdas aparentes no município nos próximos anos e o aumento da imprecisão dos medidores devido ao envelhecimento natural do parque de hidrômetros, apresenta-se, na Figura 12-4, uma estimativa do impacto no faturamento.

Conforme apresentado na Figura 12-4 e Tabela 12-13 são supostos três cenários de crescimento das perdas aparentes: (1) crescimento de 2% ao ano, (2) crescimento de 4% ao ano e (3) crescimento de 5% ao ano. Em todos os casos, observa-se um aumento progressivo do valor não faturado, impactando significativamente o a arrecadação.

Embora seja difícil estimar com exatidão o crescimento da submedição no sistema, é possível perceber que por menor que seja o seu crescimento, há potencial há longo prazo para impactar negativamente o faturamento. Assim, destaca-se a importância de se atuar permanentemente, dentro dos níveis econômicos viáveis, para redução das perdas.

Figura 12-4. Estimativa do impacto no faturamento com crescimento da perda aparente



Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Tabela 12-13. Estimativa do impacto no faturamento com crescimento da perda aparente

Cenário	Ano	2025	2026	2027	2028
+2% de perda aparente por ano	Redução de Faturamento prevista	-R$ 5.008.306,85	-R$ 5.204.711,04	-R$ 5.499.317,33	-R$ 5.892.125,71
+4% de perda aparente por ano		-R$ 5.106.508,95	-R$ 5.499.317,33	-R$ 6.088.529,90	-R$ 6.874.146,66
+5% de perda aparente por ano		-R$ 5.155.610,00	-R$ 5.646.620,47	-R$ 6.383.136,19	-R$ 7.365.157,14

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

12.5.1 Perdas financeiras resultantes das perdas reais

As perdas reais no sistema de abastecimento de Bebedouro, decorrentes de vazamentos, rompimentos de rede e extravasamento de reservatórios, representam 25% do volume de água produzido. Esse montante equivale a 2.254.144 m³/ano que deixam de ser consumidos e, consequentemente, faturados.

Com base nas informações apresentadas no produto 08, quanto a pesquisa de vazamentos, observa-se que foram identificados entre março de 2023 e março 2024 um total de 269 vazamentos, como apresentado pela Tabela 12-14.

Tabela 12-14. Resumo da quantidade de vazamentos localizados

Cavalete	Ramal	Rede	Total
55	120	94	269

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Ainda como este mesmo relatório afirma, não são realizadas de pesquisa de vazamento de maneira estratégica, e a equipe atende demandas identificadas pelo próprio SAAEB ou comunicadas pelos usuários do sistema. Isso justifica o baixo índice de vazamentos localizados, quando analisado sob o indicador de vazamento por quilometro de rede, como recomenda a International Water Association (IWA).

As perdas reais no sistema de abastecimento de água geram impactos econômicos significativos para os operadores. Esses prejuízos não se limitam ao volume de água produzido, mas não faturado; incluem também despesas com produtos químicos e energia elétrica necessários para a captação, tratamento e distribuição de água, além dos custos adicionais relacionados à manutenção da infraestrutura, como reparos em redes.

Desta maneira, considerando os diferentes componentes financeiros agregados ao valor do m³ de água produzido e volume perdido anualmente, estima-se que as perdas reais causam um prejuízo anual de R$ 15.043.155,66, como apresenta a Tabela 12-15.

Tabela 12-15. Estimativa de perdas financeiras dentro das perdas reais

Valor não faturado (anual)	R$ 8.396.414,16
Custos operacionais inerentes a produção e distribuição de água	R$ 5.597.609,44
Custos de reparos de vazamentos	R$ 1.049.132,05
Total	**R$ 15.043.155,66**

Fonte: Novaes, 2025.

Simulando três cenários de crescimento das perdas reais nos próximos anos: (1) crescimento de 2% ao ano, (2) crescimento de 4% ao ano e (3) crescimento de 5% ao ano,

em decorrência, por exemplo, da ausência de controle de pressão por meio da setorização, observa-se um aumento expressivo nos custos operacionais do sistema para o operador.

Tabela 12-16. Estimativa de custos com crescimento das perdas reais

Condição	Ano	2025	2026	2027	2028
+2% de perda real por ano	Custo das perdas reais	R$ 15.344.018,77	R$ 15.945.745,00	R$ 16.848.334,34	R$ 18.051.786,79
+4% de perda real por ano		R$ 15.644.881,88	R$ 16.848.334,34	R$ 18.653.513,01	R$ 21.060.417,92
+5% de perda real por ano		R$ 15.795.313,44	R$ 17.299.629,01	R$ 19.556.102,35	R$ 22.564.733,49

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

12.6 SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS

A realização periódica de pesquisas de satisfação dos usuários é uma ferramenta essencial para avaliar se as ações implementadas pelo operador do sistema estão sendo efetivamente percebidas pelos usuários. Essa análise não apenas contribui para o aprimoramento contínuo dos serviços prestados, mas também fortalece a participação da comunidade nos aspectos econômicos e de conscientização ambiental, promovendo um maior engajamento e responsabilidade compartilhada. Na página 680, apresenta-se um modelo de pesquisa de satisfação referente ao serviço de abastecimento de água, abordando aspectos como a percepção dos usuários sobre a qualidade da água, o custo e a qualidade do serviço prestado, a eficiência dos canais de atendimento, entre outros.

Figura 12-5. Modelo sugerido de pesquisa de satisfação de clientes

PESQUISA DE SATISFAÇÃO

Serviço de Abastecimento de Água

Código da UC: _____

Data de Realização: ___/____/_____

Qualidade da água						
	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	Comentários
Gosto da água	O	O	O	O	O	
Cheiro da água	O	O	O	O	O	
Transparência da água	O	O	O	O	O	
Pressão da água	O	O	O	O	O	
Preço da Água						
Justo	O					
Barato	O					
Caro	O					
Serviço de Abastecimento						
Houve falta de água?	Sim	O	Não	O		
Quantidade de faltas no ultimo ano	Até 5 vezes		O			
	Entre 6 e 10		O			
	Mais de 10		O			
Aviso prévio de faltas?	Sim	O	Não	O		
Falta programada avisada?	Sim	O	Não	O		
Prazo de retorno do abastecimento cumprido?	Sim	O	Não	O		
Carro-pipa necessário?	Sim	O	Não	O		
Nota geral	O	O	O	O	O	
Atendimento telefônico						
	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	Comentários
Facilidade de contato	O	O	O	O	O	
Cordialidade do atendente	O	O	O	O	O	
Conhecimento demonstrado	O	O	O	O	O	
Satisfação geral	O	O	O	O	O	
Atendimento nas Agências						
	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	Comentários
Tempo de espera	O	O	O	O	O	
Tratamento recebido	O	O	O	O	O	
Conforto e limpeza	O	O	O	O	O	
Satisfação geral	O	O	O	O	O	
Motivo de Contato						
Reclamação	O					
Solicitação	O					
Consulta/Informação	O					
Assunto principal						
Vazamento	O					
Hidrômetro	O					
Falta d'água	O					
Pedido de Ligação	O					
Conta	O					
Segunda Via	O					
Outro (descreva)	O					
Obras em Vias Públicas						
	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	Comentários
Tempo do serviço	O	O	O	O	O	
Qualidade do serviço	O	O	O	O	O	
Sinalização	O	O	O	O	O	
Retirada dos escombros	O	O	O	O	O	
Tapa buraco	O	O	O	O	O	
Imagem do Serviço						
Conhecimento do serviço	Sim	O	Não	O		
Preocupação ambiental	Sim	O	Não	O		
Manutenção da rede	Sim	O	Não	O		
Campanhas de economia	Sim	O	Não	O		
Relacionamento com usuários						
	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	Comentários
Como este usuário classifica o relacionamento entre cliente e o SAAEB	O	O	O	O	O	

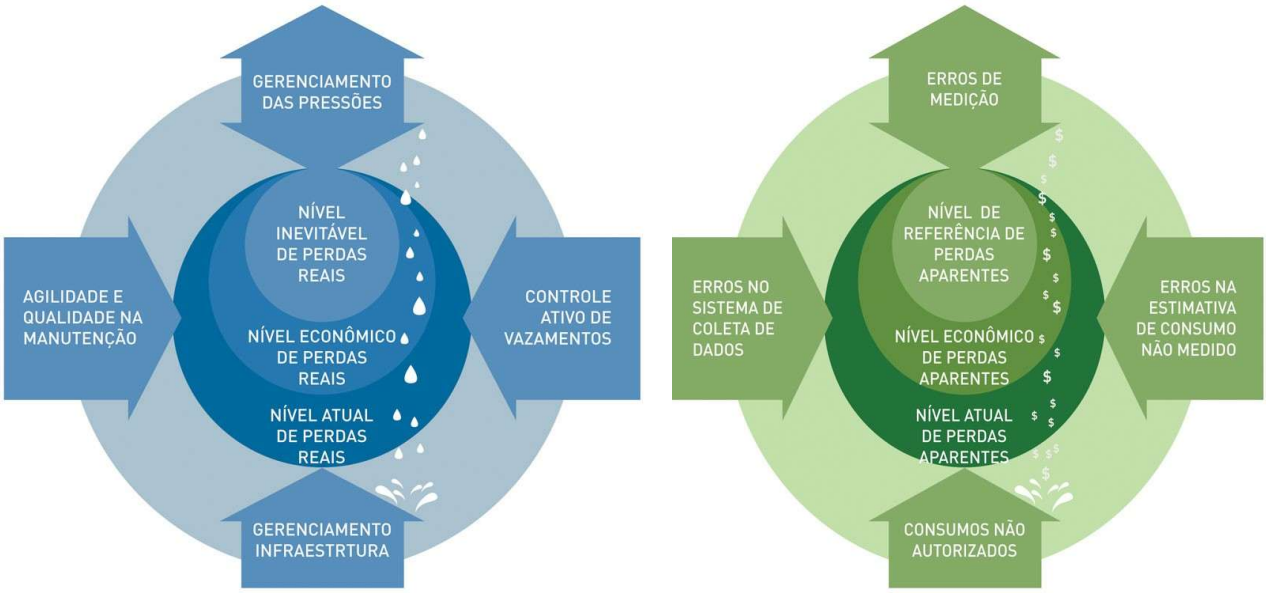
Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

12.7 METAS A ALCANÇAR E INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS

O Plano Diretor de Controle de Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Água prevê a redução dos índices de perdas reais para 10%, perdas financeiras para 15% e perdas totais para 25%. Além disto, busca-se atingir 100% de automação no sistema e setorização e controle de pressão em 100% das redes do município.

É importante destacar que, uma vez que as perdas possuem diversas causas e fatores que as agravam, as ações previstas para alcançar as metas são integradas. Ou seja, diferentes medidas cooperam entre si para que o objetivo seja atingido. A Figura 12-6 apresenta um diagrama que ilustra como as diferentes ações dirigidas podem contribuir para redução de perdas.

Figura 12-6. Ações pare dedução das perdas físicas e aparentes



Fonte: Adaptado de ABES, 2015.

Assim, considerando os estudos de desenvolvidos e apresentados nos produtos 04, 05, 06, 08, 10, 11, apresenta-se a seguir o resumo dos investimentos necessários para atendimentos das metas.

Tabela 12-17. Resumo dos investimentos previstos

Ação proposta	Investimento
Implantação de CCO	R$ 809.000,00
Implantação de inversor de frequência no sistema de bombeamento	R$ 2.347.500,00
Laudos Estruturais para Reservatórios	R$ 456.000,00
Instalação de alarmes e sensores	R$ 441.000,00
Projetos para melhorias nos sistemas de captação e tratamento de água	R$ 900.000,00
Implantação de Setorização, controle de pressão, macromedição de vazão e automatização do sistema de abastecimento	R$ 16.247.008,36
Composição de equipe de pesquisa de vazamento	R$ 339.306,71
Substituição de medidores antigos, subdimensionados e ou danificados	R$ 238.728,19
Renovação periódica do parque de hidrômetros	R$ 1.245.495,62
Substituição de redes - entre DN25 e DN125mm	R$ 19.471.675,68
Total	**R$ 42.495.714,56**

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Destaca-se que, como previsto pelo termo de referência e apresentado no produto 13, estes investimentos podem ser feitos dentro de um horizonte de projeto entre 10 e 20, com efeito que as metas serão atingidas dentro deste horizonte de investimentos.

13. ANÁLISE DE ALTERNATIVAS E RETORNO DOS INVESTIMENTOS

Este relatório avalia alternativas para investimentos em ações de combate a perdas reais e aparentes, além de intervenções voltadas a melhoria operacional do Sistema de Abastecimento de Água do munícipio.

Como estabelecido pelo Termo de Referência, as ações propostas e apresentadas nos produtos anteriormente entregues, devem atingir as seguintes metas, em um horizonte de plano de 10 anos, 15 anos e 20 anos.

1. Atendimento a meta de 25% de Perdas Totais;
2. Atendimento a meta de 10% de Perdas Físicas;
3. Atendimento a meta de 15% de Perdas Financeiras;
4. Atualização em 100% dos macros e micro medidores;
5. Automação em 100% do sistema;
6. Controle de pressão em 100% da rede;
7. Previsão/necessidade de troca de redes adutoras;
8. Rede de distribuição 100% setorizada;
9. Construção de reservatórios.

Um Setor de Abastecimento de Água é dinâmico e seus elementos atuam de forma interdependente entre si, desta forma, a atuação para o cumprimento das metas não deve se pautar em ações isoladas, mas em um conjunto de estratégias que somadas contribuem para o resultado. Assim, para definição do Plano de Investimento, resume-se na Tabela 13-1 o conjunto de ações a serem desenvolvidas para cumprimento das metas bem como “Eixos de Atuação” nos quais os efeitos das ações propostas se refletem.

Serão discutidos os desafios específicos enfrentados pelo sistema de abastecimento de água de Bebedouro as estratégias adotadas para mitigar as perdas e os resultados previstos com essas as iniciativas bem como um plano de ação para implantação das ações previstas. Além disso serão apresentados três cenários de investimento, variando as ações propostas dentro dos horizontes de projeto, de 10, 15 e 20 anos.

Tabela 13-1. Resumo das ações para atendimento das metas

Eixo de Atuação	Ações Desenvolvidas	Metas Buscadas
• **Aumento da Eficiência Operacional** • **Redução de Perdas Reais**	Setorização e Substituição de redes	1. Atendimento a meta de 25% de Perdas Totais; 2. Atendimento a meta de 10% de Perdas Físicas; 5. Automação em 100% do sistema; 6. Controle de pressão em 100% da rede; 8. Rede de distribuição 100% setorizada; 7. Previsão/necessidade de troca de redes adutoras; 9. Construção de reservatórios;
	Pesquisa de Vazamento	1. Atendimento a meta de 25% de Perdas Totais; 2. Atendimento a meta de 10% de Perdas Físicas;
	Reparo de Vazamento	1. Atendimento a meta de 25% de Perdas Totais; 2. Atendimento a meta de 10% de Perdas Físicas;
• **Redução de Perdas Aparentes**	Substituição de Hidrômetros	1. Atendimento a meta de 25% de Perdas Totais; 3. Atendimento a meta de 15% de Perdas Financeiras; 4. Atualização em 100% dos macros e micromedidores;

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

13.1 PLANO DE AÇÕES E INVESTIMENTOS

Detalha-se a seguir as atividades que compõe o plano de ações previstas para o município, sua importância, bem como sua influência no cumprimento das metas.

13.1.1 Setorização

Define-se como a delimitação de área de abastecimento, através do fechamento de válvulas de manobra, capeamento de rede ou isolamento natural por acidentes geográficos ou construções humanas, que permita apenas uma entrada de água sendo essa conhecida e mensurável.

A implantação dos setores em Sistema de Abastecimento de Água – SAA, apresenta como benefícios a possibilidade do controle de pressões, quando aplicadas Válvulas Redutoras de Pressão, ou ainda quando a delimitação considera a topografia local para abastecimento sob pressões mais favaveis. Por consequência, a redução e controle de pressão diminuem diretamente o volume de vazamento e assim, as perdas reais. Além disto, o fechamento de setores ou pequenas zonas de manobra permite melhor monitoramento do sistema, no que se refere ao índice de vazamentos, crescimento de

ligações clandestinas, gerenciamento de manutenções preventivas e corretivas, menor impacto no abastecimento quando há necessidade de fechamentos de rede, maior flexibilidade nos fluxos de água e o levantamento de dados operacionais para gestão do sistema.

No que se refere a condição atual da setorização do município observa-se que embora existam setores estabelecidos, são identificados pontos de passagem de água entre as áreas, além da carência de macromedidores para contabilização dos volumes. Tais condições comprometem a operação eficiente no que tange o combate a perdas.

A setorização proposta e apresentada anteriormente no Produto 05, busca não apenas contribuir para a redução de perdas, mas também fornecer ferramentas para o efetivo gerenciamento operacional do abastecimento no município. Para tanto, estão previstos os investimentos por setor como apresentado pela Tabela 13-2.

Tabela 13-2. Resumo de investimento por setor

Setor	Valor Investido
Setor1	R$ 450.552,90
Setor 2	R$ 181.103,25
Setor 3	R$ 871.906,34
Setor 4	R$ 88.380,29
Setor 5	R$ 664.307,35
Setor 6	R$ 185.109,53
Setor 7	R$ 102.912,00
Setor 8	R$ 238.051,67
Setor 9	R$ 2.093.189,59
Setor 10	R$ 1.185.504,96
Setor 11	R$ 610.190,49
Setor 12	R$ 219.366,03
Setor 13	R$ 935.279,41
Setor 14	R$ 246.863,67
Setor 15	R$ 726.556,38
Setor 16	R$ 338.806,60
Setor 17	R$ 274.861,66
Setor 18	R$ 83.406,44
Setor 19	R$ 380.380,48
Setor 20	R$ 86.474,92
Setor 21	R$ 156.642,46

Tabela 13-2. Resumo de investimento por setor

Setor	Valor Investido
Setor 22	R$ 1.572.834,10
Setor 23	R$ 496.194,45
Setor 24	R$ 686.395,34
Setor 25	R$ 1.240.686,60
Setor 26	R$ 1.633.587,75
Setor 27	R$ 219.836,62
Setor 28	R$ 69.701,37
Setor 29	R$ 143.856,11
Setor 30	R$ 64.069,60
Total	**R$ 16.247.008,36**

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

Conforme será apresentado nos itens 13.3.1, 13.3.2, 13.3.3 a proposta de implantação da setorização foi planejada em sequência, considerando o número atual de ligações nos setores delimitados e os índices de vazamento identificados na última campanha de pesquisa. Essa abordagem visa ampliar o impacto positivo sobre uma maior parcela da população, além de reduzir o volume de vazamentos, principalmente pela diminuição da pressão decorrente da setorização.

13.1.2 Pesquisa e Reparo de vazamentos

A pesquisa de vazamento não visível por método acústico é uma técnica utilizada para identificar e localizar vazamentos em tubulações de água que não são facilmente detectáveis a olho nu. Este método utiliza dispositivos que captam sons emitidos pela água ao escapar das redes.

Os vazamentos não visívies impacatam significavamente no crescimento do volume perdido, pois tipicamente são de lenta detecção e permanecem ocultos por longos período, portanto a realização periódica de pesquisa de vazamento no SAA permite a rápida detecção das ocorrências.

Quando aliada ao reparo, reduz significativamente o volume perdido. Além disto, a associação de pesquisa e reparo dos vazamentos detectados aumenta a eficiência operacional do sistema, diminui a necessidade de paradas emergenciais, aumenta a confiabilidade no sistema e diminui os custos associados a manutenção emergencial e reparos de danos colaterais.

A pesquisa de vazamento não visível por método acústico é, portanto, uma ferramenta vital para a gestão eficiente e sustentável de sistemas de abastecimento de água, oferecendo benefícios ambientais, econômicos e operacionais significativos.

Com base nas informações apresentadas no Produto 08, quanto a pesquisa de vazamentos, observa-se que foram identificados entre março de 2023 e março de 2024 um total 269 vazamentos. Ainda como este mesmo relatório afirma, não são realizadas de pesquisa de vazamento de maneira estratégica, e a equipe atende demandas identificadas pelo próprio SAAEB ou comunicadas pelos usuários do sistema. Isso justifica o baixo índice de vazamentos localizados, quando analisado sob o indicador de vazamento por quilometro de rede, como recomenda a International Water Association (IWA).

Assim, sugere-se a implementação de equipe de pesquisa, com atuação preventiva, realizando varreduras periódicas no sistema de abastecimento de água do munícipio, de maneira a antecipar a localização dos vazamentos antes que eles se tornem visíveis e/ou aumentem o impacto na perda.

Para realização de pesquisa de vazamentos, com frequência mínima de duas vezes ao ano, considerando um média de produção de 5 km/dia, é necessário considerou-se duas alternativas.

a) Formação de equipe própria à disposição permanente;
b) Terceirização da atividade.

Os custos considerados para a equipe própria englobam aquisição de equipamentos, manutenção e calibração periódica destes, bem como encargos inerentes a contratação de mão de obra.

Destaca-se que a maior mobilização financeira, da ordem de R$257.750, ocorrerá no início do plano, pois nesta etapa se dá toda a aquisição do material necessário para a realização das atividades. Nos anos seguintes, os custos se mantem entorno de R$ 136.000, referente a manutenção operacional dos equipamentos e mão de obra. Considerou-se também a cada 10 anos um investimento de 15% do custo inicial para reposição dos equipamentos.

Já o custo de terceirização, conforme Banco de Preços da SABESP 2024, com encargos, é de R$1.615,08 por km de rede. Considerando os 397 km existentes no setor, tem-se o valor total de R$ R$ 641.186,76 por ano.

Os resultados demonstram que o custo da terceirização é mais elevado inclusive do que a mobilização inicial para formação da equipe própria.

13.1.3 Substituição de redes

O envelhecimento das redes de distribuição impacta negativamente a operação do sistema devido à degradação dos tubos, que se tornam mais suscetíveis a vazamentos e rompimentos. Além disso, a deposição de incrustações ao longo do tempo reduz o diâmetro interno da tubulação, provocando um aumento nas perdas de carga. Esse fenômeno compromete a pressão de abastecimento e limita a capacidade de transporte da vazão necessária para atender à demanda, resultando em desafios operacionais e riscos à eficiência do sistema.

Assim, prevê-se a substituição de cerca de 34 km de redes, entre os DN 25 e 125mm, com custo estimado apresentado na Tabela 13-3.

Tabela 13-3. Resumo de extensão e custo para substituição de redes

Rede existente			**Rede projetada**			
Diâmetro nominal (mm)	**Material**	**Extensão (m)**	**Diâmetro nominal (mm)**	**Material**	**Extensão (m)**	**Valor total (R$)**
25,00	AÇO	107,32	50,00	PVC PBA	107,32	R$ 77.558,30
50,00	CIMENTO AMIANTO	275,81	50,00	PVC PBA	275,81	R$ 185.999,87
65,00	FERRO FUNDIDO	22.938,83	75,00	PVC PBA	22.938,83	R$ 12.882.991,42
75,00	FERRO FUNDIDO	5.103,72	75,00	PVC PBA	5.103,72	R$ 3.143.801,21
75,00	AÇO	576,72	75,00	PVC PBA	576,72	R$381.255,24
100,00	CIMENTO AMIANTO	1.709,07	100,00	PVC PBA	1.709,07	R$ 1.157.131,29
125,00	AÇO	2.990,85	150,00	DEFOFO	2.990,85	R$ 1.642.938,35
					Total	**R$ 19.471.675,68**

Fonte: Novaes Engenharia, 2025.

13.1.4 Substituição de hidrômetros

O envelhecimento do parque de hidrômetros reduz consideravelmente a capacidade de medição dos dispositivos instalados, provocando assim submedição da vazão consumida, o que afeta diretamente o faturamento da autarquia.

O constante acompanhamento do envelhecimento dos equipamentos e a realização de substituição de medidores que já não apresentam desempenho adequado é fundamental para diminuição das perdas aparentes. Além do tempo de instalação, análise dos consumos também pode evidenciar a necessidade substituição dos equipamentos, para os casos que estes não estejam adequadamente dimensionados.

Como apresentado no Produto 10, mais de 70% dos medidores possuem menos de 5 anos de operação, e majoritariamente, o parque é composto por cliente enquadrados nas menores faixas tarifárias, de maneira que os investimentos relacionados a substituição devem ser feitos de maneira estratégica, avaliando não apenas a idade do medidor, mas também o custo da operação e o potencial de recuperação financeira que a troca pode agregar.

13.2 MÉTRICA DE ANÁLISE

Para avaliação dos investimentos estabelece-se como métrica o *Return over Investment* – ROI, uma ferramenta de análise da eficiência de um investimento, considerando o custo investido e o valor resultante deste investimento. Expressa-se em percentual quanto do valor investido deverá retornar, aplicando a seguinte fórmula.

$$ROI = \frac{Rp - Cp}{Cp} \times 100$$

Onde:

Rp.: Retorno Previsto, definido como montante financeiro recuperado pelas ações desenvolvidas;

Cp.: Custos Previstos, definido como montante financeiro necessário para realização das ações.

Embora amplamente aplicado em diversos segmentos para análise e tomadas de decisão o ROI possui limitações a serem consideradas, como a incapacidade analisar duração de investimentos – pois investimentos com mesmo ROI podem ter tempo de recebimento dos resultados diferentes; variações monetárias sofridas – desvalorização da moeda local ou inflação de preços.

Assim, o estudo desenvolvido se valeu do uso da ferramenta ROI, associado com análise do atendimento de metas e prazos para análise dos cenários propostos. Destaca-se que também que nem todas os retornos podem ser financeiramente mensurados, ainda

sim, foram considerados neste estudo como aumento de eficiência operacional e confiabilidade do sistema.

O conjunto de ações propostas foi analisado dentro de três eixos, que agrupam os resultados esperados.

13.2.1 Eixo de Perdas Reais

Engloba as ações que promovem a redução de perdas físicas de água, ou seja, do volume distribuído que não chega aos consumidores em decorrência de vazamentos.

Os resultados da redução de perdas reais podem ser observados na diminuição do índice de vazamentos do setor, que por sua vez, também sofre influência direta da redução pressão, redução dos custos com reparos futuros de vazamentos que deixarão de ocorrer, redução do volume excedente captado, aduzido e tratado para suprir o volume perdido, que também se traduz em maior eficiência operacional e economia financeira em insumo.

13.2.2 Eixo de Perdas Aparentes

Engloba as ações que promovem a redução de perda comercial de água, ou seja, do volume distribuído, consumido e não medido ou não computado adequadamente, em decorrência de erros de leitura, submedição dos medidores, furtos e fraudes.

Os resultados da redução das perdas reais se refletem no faturamento da autarquia, com aumento de receita em função do aumento do volume medido. A aquisição mais precisa de dados de consumo fornece subsídio técnicos para identificação de anomalias no sistema, planejamentos de operacional e de investimentos.

13.2.3 Eixo de Eficiência Operacional

Definida como a capacidade de maximizar o resultado e minimizar os custos, a eficiência operacional é resultado direto da redução de perdas no sistema.

Seu resultado está expresso na redução dos custos de insumos aplicados a captação, adução tratamento e destruição de água, como os produtos químicos e eletricidade. Além disso, o aumento da capacidade de monitoramento e tomada de decisão promovido pela ampliação da infraestrutura de medidores e sensores remotos também reflete a eficiência operacional da autarquia., influindo diretamente na qualidade do serviço prestado e satisfação do cliente atendido.

13.3 CENÁRIOS PROPOSTOS

Apresenta-se a seguir três cenários de investimentos para atendimento das metas em 10 anos, 15 anos e 20 anos, considerando os custos estimados nos produtos anteriormente entregues e estratégias para aumento dos resultados, como a priorização da troca de medidores de grandes consumidores, priorização de setorização e substituição de redes em áreas com maior índice de vazamentos.

13.3.1 Cenário 01

A proposta do cenário 01 considera um horizonte de projeto de 10 anos para a conclusão de todas as metas estabelecidas. Inclusive, o período de ações compreende o limite estabelecido pelo Marco Legal do Saneamento, Lei nº 14.026/2020, que também estabelece metas para a redução de perdas.

Devido ao menor tempo de investimento neste cenário, as ações de combate às perdas reais e aparentes são desenvolvidas de forma simultânea. Em relação às medidas para redução das perdas reais, está prevista a implantação de 1 a 3 setores de abastecimento por ano, com o objetivo de alcançar 43% de setorização do município até o quarto ano do plano.

Paralelamente, serão realizadas atividades de substituição de redes, com cerca de 16km substituídos até 2030, pesquisa ativa de vazamentos anual em toda extensão de redes do município e reparo de cerca 995 vazamentos até 2030.

Quanto às perdas aparentes, propõe-se, inicialmente, a substituição de 39 medidores envelhecidos de grandes consumidores e a adequação do dimensionamento de outros 60 medidores pertencentes a clientes com consumo superior a 50 m³/mês. A partir do segundo do plano, direciona-se o investimento na renovação gradual do parque de hidrômetros, com a substituição de medidores com mais de 5 anos de operação e a troca e recondicionamento de medidores com defeito.

Assim, busca-se atuar de maneira integrada em três frentes principais, responsáveis pela maior parte das perdas no sistema de distribuição já nos cinco primeiros anos do plano. Além disso, os ganhos financeiros provenientes da redução das perdas no sistema podem ser reinvestidos no próprio plano de ação, acelerando a execução das iniciativas previstas. Esse reinvestimento permite ampliar as atividades de combate às perdas, criando um ciclo virtuoso de eficiência operacional e sustentabilidade financeira.

Embora o horizonte de projeto chegue ao fim em 2035 sugere-se que as ações de pesquisa e reparo de vazamentos sejam mantidas com periodicidade anual, para assegurar a queda dos índices de perda real e que haja acompanhamento permanente do envelhecimento do parque de hidrômetros com intervenções para sua renovação a cada 5 anos ou quando estes medidores apresentem defeito que impeça medição e/ou leitura.

O Anexo 13.1 apresenta o cronograma de investimentos anualizado dentro do horizonte de projeto para o Cenário 01. A expectativa de investimento e seu retorno são apresentados na Tabela 13-4 e Tabela 13-5, respectivamente.

Tabela 13-4. Investimentos Cenário 1

Investimento Total por Ação	
Substituição de Hidrômetros	R$ 1.342.464,69
Setorização	R$ 17.197.551,17
Substituição de redes	R$ 19.471.490,80
Pesquisa de Vazamento	R$ 1.755.464,18
Reparo de Vazamento	R$ 5.480.665,83
Aumento da eficiência operacional	R$ 4.953.500,00
Total	**R$ 50.201.136,66**

Fonte: Novaes, 2025.

Tabela 13-5. Retorno Cenário 1

Recuperação Total por Eixo	
Perdas Reais	R$ 32.511.993,51
Perdas Aparentes	R$ 8.421.448,48
Eficiência Operacional	R$ 8.735.408,73
Total	**R$49.668.850,72**

Fonte: Novaes, 2025.

Os investimentos previstos se encerram em 2035, entretanto, de forma prática os retornos financeiros continuam sendo recebidos nos anos seguintes, em função por exemplo da maior capacidade de medição implantada, da diminuição das despesas com insumos e reparos.

13.3.2 Cenário 02

A proposta deste cenário considera um horizonte de projeto de 15 anos para a conclusão de todas as metas estabelecidas.

Neste cenário, considerando o maior tempo disponível para investimento e cumprimento da meta, prevê-se uma setorização realizada de forma mais gradual. A

proposta inclui a implantação de até 2 setores por ano nos três primeiros anos do plano, alcançando, assim, 20% do município setorizado nesse período. Além disso, os investimentos em setores que demandam maior mobilização financeira serão divididos ao longo de dois anos, buscando assegurar sustentabilidade financeira para implantação do plano.

Dessa forma, espera-se que 75% do município esteja setorizado até o décimo ano do plano, com a conclusão total do processo de setorização prevista para o décimo quarto ano. Paralelamente à setorização, serão desenvolvidas ações de substituição de redes, pesquisa ativa e reparo de vazamentos, reforçando o combate às perdas reais em diferentes frentes.

Para a redução de perdas aparentes, a estratégia mantém o foco nos grandes consumidores, especialmente no primeiro ano do plano. Essa abordagem contribui para uma recuperação financeira mais significativa no início, viabilizando recursos para a continuidade dos investimentos nos anos subsequentes. Contudo, considerando o maior tempo disponível para o cumprimento das metas, prevê-se a necessidade de intensificar as intervenções relacionadas a renovação do parque de medidores, com destaque para a substituição de equipamentos defeituosos e, principalmente, de equipamentos com idade operacional superior a 5 e 10 anos. O Anexo 13.2 apresenta o cronograma de investimentos anualizado dentro do horizonte de projeto para o Cenário 02. A expectativa de investimento e seu retorno são apresentados na Tabela 13-6 e Tabela 13-7, respectivamente.

Tabela 13-6. Investimentos Cenário 2

Investimento Total por Ação	
Substituição de Hidrômetros	R$ 1.554.678,09
Setorização	R$ 17.197.551,17
Substituição de redes	R$ 19.471.490,80
Pesquisa de Vazamento	R$ 2.709.099,16
Reparo de Vazamento	R$ 7.867.441,24
Aumento da eficiência operacional	R$ 4.953.500,00
Total	**R$ 53.753.760,46**

Fonte: Novaes, 2025.

Tabela 13-7. Retorno Cenário 2

Recuperação Total por Eixo	
Perdas Reais	R$ 34.059.463,29
Perdas Aparentes	R$ 13.195.552,96
Eficiência Operacional	R$ 6.672.678,75
Total	**R$ 53.927.695,00**

Fonte: Novaes, 2025.

Cabe destacar que, embora o custo de investimento aumente, principalmente devido à substituição dos medidores ao longo de um período mais extenso, o horizonte ampliado do projeto também proporciona um aumento no retorno financeiro. Esse resultado positivo decorre da maior eficiência e capacidade dos novos medidores, que contribuem para a melhoria na medição e na recuperação de receita.

13.3.3 Cenário 03

A proposta deste cenário considera um horizonte de projeto de 20 anos para a conclusão de todas as metas estabelecidas. Diante de um prazo maior, propõe-se o desenvolvimento das atividades de maneira gradual, de forma a estabelecer um ritmo de investimentos menor anualmente, porém sustentável e eficiente no atendimento das demandas para redução de perdas.

Prevê-se a implantação progressiva dos setores, com implantação de no máximo 2 setores por ano e a divisão do investimento em até dois anos para daqueles setores que demandam um maior montante financeiro aplicado. Desta maneira, será possível avançar para 50% de áreas setorizadas até o décimo ano do plano e a conclusão do processo de setorização até décimo nono ano.

De forma similar e em paralelo à setorização, prevê-se a substituição gradual das redes, com avanços médios de 2,5 a 3,0 km por ano. Ao mesmo tempo, a pesquisa ativa

de vazamentos será mantida com uma taxa de recorrência de uma vez por ano em 100% do sistema, garantindo que os reparos possam ser realizados de forma contínua durante todo o período de investimentos, tendendo a queda à medida que a setorização avança, uma vez que a diminuição de pressão contribuí para redução do índice de vazamentos.

No que se refere à atuação para a redução de perdas reais, como essas representam uma menor parcela das perdas do sistema, este cenário prevê uma abordagem mais progressiva. Contudo, devido ao tempo disponível para os investimentos, está prevista a substituição de uma maior quantidade de medidores, priorizando inicialmente os medidores de grandes consumidores, com atuação entre o segundo e o terceiro ano do plano. Embora essa estratégia possa significar um maior tempo para a recuperação financeira dessa parcela de perdas, ela permite a alocação de recursos em outra frente importante: a melhoria do sistema de bombeamento. Essa melhoria deve impactar diretamente o maior custo do sistema de abastecimento de água, que é o consumo de energia elétrica.

O Anexo 13.3 apresenta o cronograma de investimentos anualizado dentro do horizonte de projeto para o Cenário 03. A expectativa de investimento e seu retorno são apresentados na Tabela 13-8 e Tabela 13-9, respectivamente.

Tabela 13-8. Investimentos Cenário 3

Investimento Total por Ação	
Substituição de Hidrômetros	R$ 2.102.860,60
Setorização	R$ 17.197.551,17
Substituição de redes	R$ 19.471.490,80
Pesquisa de Vazamento	R$ 3.883.948,48
Reparo de Vazamento	R$ 10.204.907,45
Aumento da eficiência operacional	R$ 4.953.500,00
Total	**R$ 57.814.258,50**

Fonte: Novaes, 2025.

Tabela 13-9. Retorno Cenário 3

Recuperação Total por Eixo	
Perdas Reais	R$ 35.656.242,27
Perdas Aparentes	R$ 15.584.917,80
Eficiência Operacional	R$ 7.652.572,05
Total	**R$ 58.893.732,12**

Fonte: Novaes, 2025.

13.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Investimentos na ampliação da capacidade de atendimento do sistema, principalmente em sua eficiência e operacionalidade são fundamentais para assegurar resiliência frente ao crescimento populacional previsto e as novas demandas socioambientais requeridas pelo Marco Legal do Saneamento, Lei nº 14.026/2020 e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (ONU).

O plano de investimentos apresentado nos três cenários propostos soma anualmente valores menores do que a estimativa de perdas financeiras anuais, em decorrência das condições atuais do sistema.

Cabe destacar também que o custo de investimento do cenário 3 é aproximadamente 15% e 7% maior em relação aos cenários 1 e 2, respectivamente. Isso se deve não apenas à adoção de diferentes estratégias, como a quantidade de medidores a serem trocados e vazamentos a serem reparados, mas principalmente ao maior tempo de investimentos previsto.

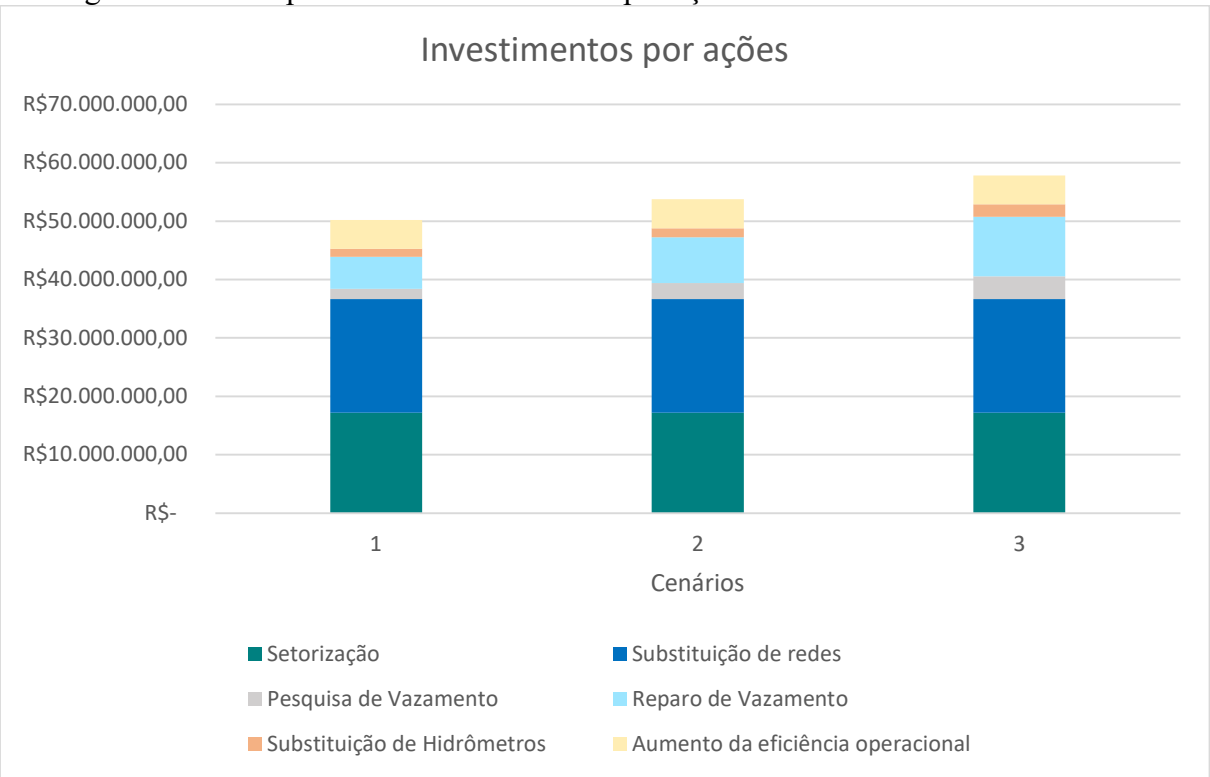
O mesmo se aplica à recuperação do valor investido, que tende a ser maior, matematicamente, devido ao período de tempo analisado em cada cenário, mas haja vista que ela deve perdurar ainda por algum tempo após o fim dos investimentos.

Além disso, salienta-se que, embora todos os cenários analisados prevejam retorno financeiro direto pelas ações desenvolvidas, existem ações cujo retorno financeiro não pode ser medido de forma direta. No entanto, essas ações afetam diretamente a qualidade do serviço prestado, a imagem do operador do sistema perante os usuários, além de influenciar as questões de governança e os aspectos socioambientais que permeiam o mercado.

Os cenários avaliados permitem o cumprimento das metas estabelecidas, tendo como principais diferenças o tempo para o cumprimento, o investimento demandado para tanto e a capacidade de retorno deste investimento, em função das ações desenvolvidas. A Figura 13-1 apresenta o comparativo de investimento entre as ações previstas em cada

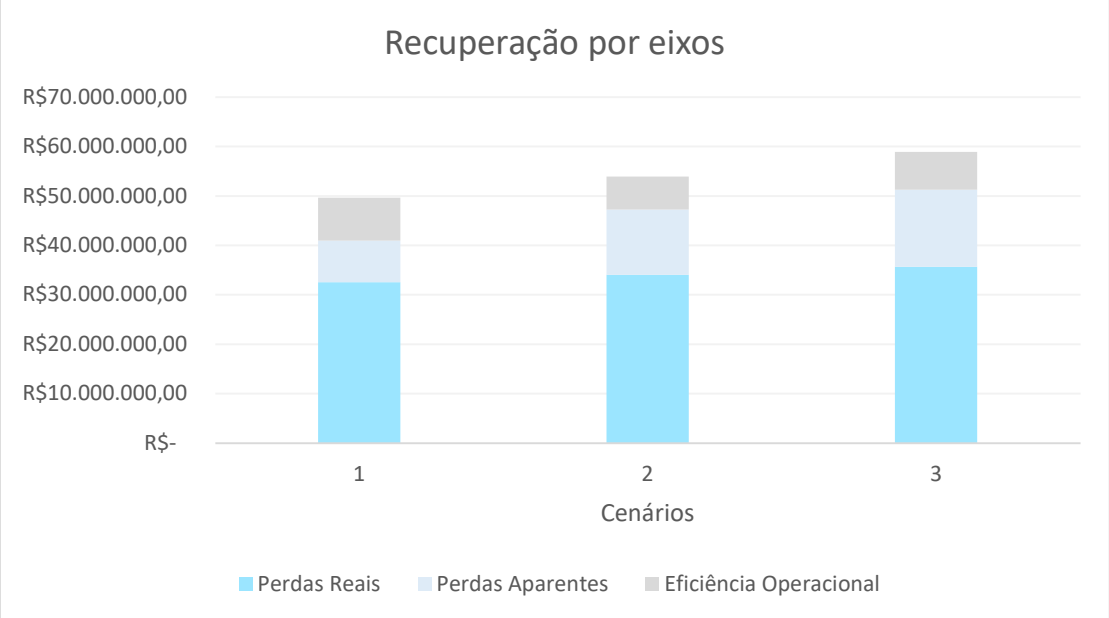
um dos cenários. Já a Figura 13-2 compara os valores investidos e os retornos financeiros esperado.

Figura 13-1. Comparativo de investimentos por ações em cada um dos cenários



Fonte: Novaes, 2025.

Figura 13-2. Estimativa de recuperação por eixo de atuação em cada cenário



Fonte: Novaes, 2025.

Resume-se na Tabela 13-10 o montante investido em cada cenário, bem como a recuperação prevista, o ROI percentual entre o valor investido e recuperado e o tempo de investimento analisado.

Destaca-se que, na simulação de investimentos do cenário 01, o tempo de investimento é menor, exigindo um aporte financeiro inicial maior, resultando em o ROI percentual negativo no último ano do plano. Entretanto, é preciso considerar que a médio e longo prazo os benefícios econômicos das ações, como a redução dos custos de energia e manutenção, seguirão sendo recebidos, sem agora o ônus de novos investimentos elevados.

Tabela 13-10. Resumo dos cenários propostos

Parâmetros	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Total Investido	R$ 50.201.136,66	R$ 52.803.217,65	R$ 56.863.715,69
Total Recuperado	R$ 49.668.850,72	R$ 53.927.695,00	R$ 58.893.732,12
ROI (%)	-1,1%	0,3%	1,9%
Tempo de Investimento (anos)	10	15	20

Fonte: Novaes, 2025.

Por fim, destaca-se que as ações para redução de perdas são conjuntas e interdependentes, sendo previsto no plano não apenas um campo de atuação, mas sim um conjunto de ações que cooperam entre si. Desta forma, as ações propostas não apenas têm potencial de redução de perdas, mas também de permitir ao fim do plano avanço significativo na qualidade do serviço prestado.