

# PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO

1ª Revisão  
Fraiburgo | SC

**Produto 06**  
Versão preliminar

**PRIMEIRA REVISÃO  
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
FRAIBURGO – SANTA CATARINA**

PRODUTO 06 – Versão preliminar

**PREFÁCIO**

Neste relatório, é apresentada a Versão Preliminar da 1ª revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Fraiburgo, que será objeto de apreciação pelo Conselho Municipal de Saneamento e será apresentada em audiência pública, atendendo ao que estabelece a legislação quanto ao princípio fundamental do “Controle Social” dos serviços de saneamento básico. Destaca-se que o conteúdo deste relatório é preliminar e está sujeito a alterações, a versão consolidada deverá ser consultada no Produto 07 – Versão Final.

Fraiburgo – Santa Catarina  
Abril 2025

## ELABORADO PARA:

**Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo - SANEFRAI**

CNPJ nº 06.017.932/0001-23  
Rua Nereu Ramos, 1061, Bairro Centro  
CEP 89.680-000 - Fraiburgo - SC

## ELABORADO POR:

**Consórcio Interfederativo Santa Catarina – CINCATARINA**

CNPJ nº 12.075.748/0001-32  
Rua General Liberato Bittencourt, 1885, 13º Andar, Sala 1305 – Bairro Canto  
CEP 88.070-800 – Florianópolis – SC

## EQUIPE TÉCNICA

**Maurício de Jesus**

Analista Técnico - IV  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
CREA-SC 147737-1

## EQUIPE DE APOIO

**Celso Afonso Palhares Madrid Filho**

Coordenador de Atuação  
Governamental  
CREA 186645-0

**Luiz Gustavo Pavelski**

Gerente de Atuação Governamental  
CREA-SC 104797-2

**Felipe Quintiere Maia**

Analista Técnico – IV  
Engenheiro Ambiental  
CREA/SC 177123-1

**Raquel Gomes de Almeida**

Supervisora de Atuação  
Governamental  
CREA-SC 118868-3

**Guilherme Müller**

Assessor Geral de Direção  
CRBio03 053021/03-D

**Raphaela Menezes**

Supervisora de Atuação  
Governamental  
CREA-SC 138824-3

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Questionário de contribuição sobre os serviços de saneamento básico – Facebook da SANEFRAI.....	36
Figura 2: Questionário de contribuição sobre os serviços de saneamento básico – site da Prefeitura Municipal.....	37
Figura 3: Questionário de contribuição sobre os serviços de saneamento básico - Website. ....	37
Figura 4: Divulgação da reunião comunitária nas redes sociais da SANEFRAI.....	38
Figura 5: Divulgação da reunião comunitária no site institucional do Município.....	39
Figura 6: Reunião comunitária na Escola de Ensino Fundamental Bairro das Nações (14/02/2022).....	39
Figura 7: Reunião comunitária na Escola de Ensino Fundamental Bela Vista (15/02/2022).....	40
Figura 8: Reunião comunitária no Centro Educacional Municipal Antônio Porto Burda (16/02/2022).....	40
Figura 9: Website para acompanhamento do processo de revisão do PMSB de Fraiburgo.....	41
Figura 10: Localização do Município de Fraiburgo.....	54
Figura 11: Bairros e setores urbanos do município de Fraiburgo.....	56
Figura 12: Evolução da distribuição populacional no município de Fraiburgo.....	58
Figura 13: Pirâmide etária no ano de 2022 – Censo 2022.....	59
Figura 14: Densidade demográfica nos bairros e setores urbanos de Fraiburgo.....	60
Figura 15: Evolução da esperança de vida ao nascer em Fraiburgo, em Santa Catarina e no Brasil.....	64
Figura 16: Histórico do PIB do município de Fraiburgo (x 1000 R\$). ....	65
Figura 17: PIB per capita de Fraiburgo entre 2010 e 2021. ....	67
Figura 18: Composição do valor adicionado bruto (V.A.B) de Fraiburgo. ....	68
Figura 19: Números de vínculos empregatícios formais totais entre os anos 2003 e 2022.....	70
Figura 20: Evolução IDH-M no município.....	73
Figura 21: Projeções populacionais a partir de regressão dos dados populacionais entre os anos de 2007 e 2022 e projeção a partir de taxa de crescimento geométrico entre os anos 2010 e 2022.....	83

Figura 22: Projeções populacionais a partir de regressão dos dados populacionais entre os anos de 2007 e 2022 e projeção a partir de taxa de crescimento geométrico entre os anos 2010 e 2022.....	84
Figura 23: Sub-bacia da captação superficial atual do SAA Urbano – Sistema principal. ....	88
Figura 24: Localização do ponto de captação superficial alternativa – Ribeirão Taboão. ....	90
Figura 25: Localização do ponto de captação superficial alternativa – Lago artificial. ....	91
Figura 26: Localização dos poços tubulares – Cadastro SIAGAS.....	94
Figura 27: Localização dos poços tubulares – Cadastro SIOUT.....	94
Figura 28: Fluxograma do SAA Central.....	96
Figura 29: Captação de água superficial - Rio Mansinho -10/2022.....	97
Figura 30: Barragem de nível - Captação de água superficial - Rio Mansinho -10/2022. ....	97
Figura 31: Estrutura civil para proteção do conjunto motobomba e painel -10/2022.	98
Figura 32: Conjuntos motobomba ERAB -10/2022. ....	99
Figura 33: Painel de comando - ERAB -10/2022.....	99
Figura 34: Localização da ETA. ....	100
Figura 35: Floccodecantador compacto, pré-fabricado, com capacidade nominal de 25 l/s -10/2022.....	101
Figura 36: Entrada de água - Calha Parshall -10/2022. ....	101
Figura 37: ETA – Flocculador -10/2022. ....	102
Figura 38: ETA – Decantador lamelar -10/2022.....	102
Figura 39: Tanque de água decantada e elevatória de água -10/2022.....	103
Figura 40: Filtros russos e caixa de distribuição (em destaque) -10/2022. ....	103
Figura 41: Casa de química - Entrada principal -10/2022. ....	104
Figura 42: Casa de química – Armazenamento produtos químicos – Sulfato de Alumínio -10/2022. ....	104
Figura 43: Casa de química – Produtos químicos – Hipoclorito de Sódio -10/2022. ....	105
Figura 44: Casa de química – Produtos químicos – Carbonato de Sódio -10/2022. ....	105
Figura 45: Armazenamento produtos químicos – Ácido Fluossilícico -10/2022. ....	106

Figura 46: Estoque de produtos químicos utilizados nos poços.....	107
Figura 47: Localização do Poço P01.....	107
Figura 48: Macromedidor P01 - Poço Nações -10/2022. ....	108
Figura 49: Casa de química da captação P01 – Poço Nações -10/2022. ....	109
Figura 50: Sistema de tratamento do P01 – Bombas dosadoras -10/2022.....	109
Figura 51: Sistema de tratamento do P01 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos:.....	110
Figura 52: Localização do Poço P02.....	111
Figura 53: Cavalete P02 – Poço Nereu Ramos – 03/2020.....	111
Figura 54: UTS - Poço Nereu Ramos – 03/2020.....	112
Figura 55: UTS P02 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico (A) e hipoclorito de sódio(B) - 03/2020.....	112
Figura 56: Localização do Poço P04.....	113
Figura 57: UTS P04 – Poço Pomifrai -10/2022. ....	114
Figura 58: Cavalete P04 – Poço Pomifrai -10/2022. ....	114
Figura 59: Sistema de tratamento do P04 – Bombas dosadoras -10/2022.....	115
Figura 60: Sistema de tratamento do P04 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico (A) e hipoclorito de sódio(B) -10/2022.....	115
Figura 61: Localização do Poço P05.....	116
Figura 62: Visão geral do P05 – Poço Caçador -10/2022. ....	117
Figura 63: Sistema de tratamento do P05 – Bombas dosadoras -10/2022.....	117
Figura 64: Sistema de tratamento do P05– Tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico (A) e hipoclorito de sódio(B) -10/2022.....	118
Figura 65: Localização do Poço P08.....	118
Figura 66: Cavalete P08 – Poço Vila Nova -10/2022. ....	119
Figura 67: Visão geral da captação P08 – Poço Vila Nova -10/2022.....	120
Figura 68: Sistema de tratamento do P08 – Bombas dosadoras -10/2022.....	120
Figura 69: Sistema de tratamento do P08 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico e hipoclorito de sódio -10/2022. ....	121
Figura 70: Localização do Poço P09.....	122
Figura 71: Cavalete P09 – Vila Salete -10/2022.....	123
Figura 72: Visão geral do poço P09 – Poço Vila Salete -10/2022.....	123
Figura 73: Poço P09 – Bombas dosadoras -10/2022.....	124

Figura 74: Poço P09– Bombonas de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico e hipoclorito de sódio -10/2022. ....	124
Figura 75: Poço P09 - Novo sala para armazenamento dos químicos da UTS -10/2022. ....	125
Figura 76: Localização do Poço P12. ....	125
Figura 77: Cavalete P12 – Poço Montana -10/2022. ....	126
Figura 78: UTS P12 – Poço Montana -10/2022. ....	127
Figura 79: UTS P12 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: hipoclorito de sódio, ácido fluossilícico e ortopolifosfato de sódio -10/2022. ....	127
Figura 80: Localização do P13 - Poço Portal I. ....	128
Figura 81: Cavalete P13 – Poço Portal I - 10/2022. ....	129
Figura 82: UTS P13 – Bombas dosadoras e tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico e hipoclorito de sódio. ....	129
Figura 83: Localização do Poço P14. ....	130
Figura 84: Visão geral do poço P14 – Poço Portal II -10/2022. ....	131
Figura 85: Cavalete P14 – Poço Portal II -10/2022. ....	131
Figura 86: Localização do P18. ....	132
Figura 87: Visão geral do Poço P18 -10/2022. ....	133
Figura 88: Cavalete do poço P18 - 10/2022. ....	133
Figura 89: Centro de reservação ETA - Reservatório R.01 -10/2022. ....	135
Figura 90: Centro de reservação ETA - Reservatório R.02 -10/2022. ....	135
Figura 91: Centro de reservação ETA - Reservatório R.03 -10/2022. ....	136
Figura 92: Centro de reservação Vila Nova – Reservatório Vila Nova - 10/2022. ....	136
Figura 93: Centro de reservação São Sebastião – Reservatório de 150 m <sup>3</sup> em concreto apoiado (A) e 2 reservatórios de 25 m <sup>3</sup> em PRFV elevados (B) -10/2022. ....	137
Figura 94: Centro de reservação Mirassol – Reservatório de 20 m <sup>3</sup> em PRFV elevado - 10/2022. ....	138
Figura 95: Centro de reservação Portal - 4x20 m <sup>3</sup> em PRFV – 10/2022. ....	138
Figura 96: Centro de reservação Portal - 4x26 m <sup>3</sup> em PRFV – 07/2024. ....	139
Figura 97: ERAT São Sebastião (P12) - 10/2022. ....	140
Figura 98: ERAT São Sebastião - Conjuntos motobomba 7,5 cv - 10/2022. ....	140
Figura 99: ERAT 01 – Painel de comando com soft starter e painel de telemetria - 10/2022. ....	141
Figura 100: ERAT Mirassol - 10/2022. ....	141

Figura 101: ERAT Mirassol - motobomba 1CV -10/2022. ....	142
Figura 102: Avaliação quanto ao atendimento às reclamações pela SANEFRAI....	143
Figura 103: Avaliação quanto a cobranças e faturas realizadas pela SANEFRAI...	143
Figura 104: Avaliação quanto à qualidade da água distribuída pela SANEFRAI. ...	144
Figura 105: Avaliação quanto à qualidade da água distribuída pela SANEFRAI. ...	144
Figura 106: Fluxograma do SAA São Miguel. ....	145
Figura 107: Localização do Poço 07 - 10/2022. ....	146
Figura 108: Visão geral da captação P07 – Poço Tieppo - 10/2022. ....	147
Figura 109: Cavalete P07 – Poço Tieppo -10/2022.....	147
Figura 110: UTS Centro de Reservação São Miguel - 10/2022. ....	148
Figura 111: UTS Centro de reservação São Miguel – Bombas dosadoras e tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico e hipoclorito de sódio - 10/2022. ....	148
Figura 112: Localização do P10 - Poço Aparício 01 - 10/2022.....	149
Figura 113: Cavalete P10 – Poço Aparício 01 - 10/2022. ....	150
Figura 114: Visão geral do poço P10 - 10/2022. ....	150
Figura 115: Localização do P16 - Poço Aparício 02.....	151
Figura 116: Cavalete P16 – Poço Aparício 02 - 10/2022. ....	152
Figura 117: Abrigo dos painéis de comando e telemetria do P16 - 10/2022. ....	152
Figura 118: Centro de reservação São Miguel - 10/2022.....	154
Figura 119: Centro de reservação São Miguel - 10/2022.....	154
Figura 120: Centro de reservação São Cristóvão - 10/2022. ....	155
Figura 121: Centro de reservação Colina - 10/2022.....	155
Figura 122: ERAT São Cristóvão - 10/2022. ....	156
Figura 123: ERAT São Cristóvão - Conjuntos motobomba 7,5 cv - 10/2022. ....	157
Figura 124: ERAT Colina -10/2022. ....	157
Figura 125: Localização do Poço P03.....	159
Figura 126: Cavalete P03 – Poço Macieira - 10/2022.....	159
Figura 127: Visão geral da captação P03 – Poço Macieira - 10/2022.....	160
Figura 128: Sistema de tratamento do P03 – Bombas dosadoras - 10/2022. ....	160
Figura 129: Sistema de tratamento do P03 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: hipoclorito de sódio(A), ácido fluossilícico (B) e ortopolifosfato (C) - 10/2022. ....	161

Figura 130: Centro de Reservação Macieira - Reservatório elevado (ativo) e reservatório apoiado (desativado) - 10/2022.....	162
Figura 131: Localização do Poço P06.....	163
Figura 132: Visão geral da captação P06 – Poço São Luís - 10/2022.....	164
Figura 133: Cavalete P06 – Poço São Luís - 10/2022.....	164
Figura 134: Sistema de tratamento do P06 – Tanques de armazenamento de produtos químicos e bombas dosadoras - 10/2022.....	165
Figura 135: Localização do P15 - Poço Liberata - 10/2022.....	166
Figura 136: Visão geral do poço P15 – Poço Liberata, novas salas em destaque - 10/2022.....	167
Figura 137: Cavalete e tanque de armazenamento de produtos químicos do poço P15 - 10/2022.....	167
Figura 138: Centro de reservação São Luís – 2x PRFV 10 m <sup>3</sup> - 10/2022.....	168
Figura 139: Centro de reservação Liberata – Reservatório em concreto 50 m <sup>3</sup> - 10/2022.....	169
Figura 140: Centro de reservação Liberata – Reservatório em PRFV desativado - 10/2022.....	169
Figura 141: Poço profundo do SAA Faxinal dos Carvalhos – 07/2024.....	170
Figura 142: Centro de reservação do SAA Faxinal dos Carvalhos - PRFV 20 m <sup>3</sup> - 07/2024.....	171
Figura 143: Poço profundo do SAA Papuã – 07/2024.....	172
Figura 144: Estrutura de tratamento do SAA Papuã – 07/2024.....	172
Figura 145: Centro de reservação do SAA Papuã - PRFV 2,5 m <sup>3</sup> - 07/2024.....	173
Figura 146: Poço profundo do SAA Papuã e tanque de hipoclorito de sódio ao fundo – 07/2024.....	174
Figura 147: Centro de reservação do SAA X de novembro – tanques em polietileno - 40 m <sup>3</sup> - 07/2024.....	174
Figura 148: Centro de reservação do SAA X de novembro – tanques em polietileno - 10 m <sup>3</sup> - 07/2024.....	175
Figura 149: Localização do Poço P11.....	176
Figura 150: Visão geral da captação P11 – Poço Parque da Maçã – 10/2022.....	177
Figura 151: Cavalete P11 – Parque da Maçã – 10/2022.....	177
Figura 152: UTS P11 – Bombas dosadoras e tanques de armazenamento dos produtos químicos – 10/2022.....	178

Figura 153: Reservatórios SAA Parque da Maçã – 10/2022.....	178
Figura 154: Tela de sistema supervisorio instalada na ETA. ....	179
Figura 155: Bancadas do laboratório ETA. ....	183
Figura 156: Composição do Esgoto Sanitário .....	218
Figura 157: Localização dos sistemas de esgotamento sanitário existentes. ....	223
Figura 158: Sistema de Esgotamento Sanitário Jardim América. ....	224
Figura 159: Estação elevatória de esgoto do SES Jardim América – 5 CV – 01/2022. .....	224
Figura 160: Fluxo da Estação de tratamento de esgoto Jardim América. ....	225
Figura 161: Tratamento preliminar – Entrada efluentes do serviço de limpa fossa – 01/2022. ....	226
Figura 162: Tratamento primário – Floccodecantador – efluente do serviço de limpa fossa – 01/2022.....	226
Figura 163: Tanque de equalização – 01/2022. ....	227
Figura 164: Tratamento lodo – Leitos de secagem – 01/2022. ....	227
Figura 165: Elevatória da segunda etapa do tratamento – 01/2022.....	228
Figura 166: Tratamento secundário – Reatores biotecnológicos – 01/2022. ....	228
Figura 167: Tratamento secundário – Biofiltros Aerado Submerso (BAS) – 01/2022. .....	229
Figura 168: Sistema de Esgotamento Sanitário Liberata. ....	230
Figura 169: Fluxo da Estação de tratamento de esgoto Liberata.....	231
Figura 170: Estação de tratamento de esgoto Liberata – 10/2022.....	231
Figura 171: Tratamento preliminar – 10/2022. ....	232
Figura 172: Reatores anaeróbios de leito fixo – 10/2022.....	232
Figura 173: Sistema de Wetlands de fluxo horizontal – 10/2022.....	233
Figura 174: Sistema de Esgotamento Sanitário São Sebastião.....	235
Figura 175: Tanque de retenção de sólidos sedimentáveis e cesto metálico – 01/2022. .....	236
Figura 176: ETE São Sebastião I – Unidade de tratamento – 01/2022.....	236
Figura 177: Tanque de retenção de sólidos sedimentáveis e cesto metálico – 01/2022. .....	238
Figura 178: ETE São Sebastião II - Reatores anaeróbios e filtro anaeróbio – 01/2022. .....	239
Figura 179: Poço de visita - saída do tratamento – 01/2022.....	239

Figura 180: Sistema de Esgotamento Sanitário - SES Das Nações. ....	240
Figura 181: Sistema de esgotamento sanitário SES Solar das Hortênsias.....	241
Figura 182: Estação elevatória - SES Solar das Hortênsias – em 07/2024. ....	242
Figura 183: Sistema preliminar - ETE Solar das Hortênsias – em 07/2024. ....	242
Figura 184: Sistema de lodos ativados convencional – 07/2024.....	243
Figura 185: Sistema de esgotamento sanitário Macieira.....	244
Figura 186: metabolismos urbanos .....	260
Figura 187: Fluxos dos resíduos sólidos urbanos .....	262
Figura 188: Balança rodoviária na entrada da central de triagem de resíduos – em 01/2022. ....	276
Figura 189: Trajeto entre a unidade de triagem/balança e o aterro municipal. ....	276
Figura 190: Entrada do aterro sanitário – em 01/2022.....	277
Figura 191: Frente de operação do aterro operado pela SANEFRAI – em 01/2022. ....	278
Figura 192: Sistema de tratamento de chorume – em 01/2022.....	279
Figura 193: Plataforma de recebimento e galpão de triagem – em 01/2022.....	286
Figura 194: Triturador de galhos – SANEFRAI – em 01/2022.....	290
Figura 195: Área de deposição do resíduo triturado no mesmo terreno da Unidade de Triagem – em 01/2022. ....	291
Figura 196: Recipientes utilizados para segregação dos RSS – em 01/2022.....	295
Figura 197: resíduos do revelador de raio-x e cápsulas de amálgama – em 01/2022. ....	295
Figura 198: Caixas padronizadas destinadas ao recolhimento de medicamentos vencidos – em 01/2022. ....	296
Figura 199: Bombonas da unidade de saúde do bairro São João sem abrigo externo – em 01/2022. ....	296
Figura 200: Área destinada ao acúmulo de resíduos volumosos – em 01/2022. ....	300
Figura 201: Representação de situação de enchente, inundação e alagamento....	331
Figura 202: Regiões Hidrográficas do Brasil. ....	334
Figura 203: Regiões Hidrográficas em relação à Fraiburgo. ....	336
Figura 204: Fraiburgo e as Bacias Hidrográficas no Estado de Santa Catarina. ....	338
Figura 205: Sub-bacias hidrográficas de Fraiburgo.....	339
Figura 206: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio dos Veados.....	341
Figura 207: Altimetria e declividade da sub-bacia do Arroio Caçador. ....	343

Figura 208: Altimetria e declividade da sub-bacia do Arroio Passo do Meio.....	344
Figura 209: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio das Pedras.....	346
Figura 210: Altimetria e declividade da sub-bacia do Arroio da Barra.....	347
Figura 211: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio Mansinho. ....	349
Figura 212: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio do Tigre.....	350
Figura 213: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio Bonito.....	351
Figura 214: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio dos Patos.....	353
Figura 215: Altimetria e declividade da sub-bacia do Arroio dos Polli. ....	354
Figura 216: Altimetria e declividade da sub-bacia do Córrego Passa Três. ....	356
Figura 217: Sub-bacias Urbanas do Município.....	357
Figura 218: Bairros do município em relação às sub-bacias hidrográficas. ....	358
Figura 219: Área 1 sujeita à inundação na sede urbana de Fraiburgo.....	360
Figura 220: Área 2 sujeita à inundação na sede urbana de Fraiburgo.....	361
Figura 221: Área 3 sujeita à inundação na sede urbana de Fraiburgo.....	362
Figura 222: Área 4 sujeita à inundação na sede urbana de Fraiburgo.....	363
Figura 223 Área 1 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo. ....	364
Figura 224: Área 2 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo. ....	365
Figura 225: Área 3 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo. ....	366
Figura 226: Área 4 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo. ....	367
Figura 227: Área 5 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo. ....	368
Figura 228: Área 6 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo. ....	369
Figura 229: Área 7 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo. ....	370
Figura 230: Área 8 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo. ....	371
Figura 231: Área 9 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo. ....	372
Figura 232: Modelo de grelha de boca de lobo existente no município (Avenida Caçador).....	375
Figura 233: Modelo de grelha de boca de lobo existente no município (Rua 21 de Abril). .....	375
Figura 234: Modelo de grelha de boca de lobo existente no município (Rua Felisbino Pedroso).....	376
Figura 235: Precipitação média mensal do município de Fraiburgo.....	381
Figura 236: Total de precipitação anual (mm) de 1992 a 2020 em Fraiburgo. ....	382
Figura 237: Localização da AP-01. ....	387
Figura 238: Imagem de boca de lobo da AP-01 – 08/2022. ....	388

Figura 239: Imagem de boca de lobo da AP-01 – 08/2022.....	388
Figura 240: Localização da AP-02. ....	389
Figura 241: Imagem da área alagável da AP-02 – 09/2022.....	390
Figura 242: Boca de Lobo - AP2 – 09/2022. ....	390
Figura 243: Boca de Lobo - AP2 – 09/2022. ....	391
Figura 244: Localização da AP-03. ....	391
Figura 245: Imagem da área alagável da AP-03 – 09/2022.....	392
Figura 246: Vala de drenagem construída na AP-3 – 09/2022. ....	392
Figura 247: Localização da AP-04. ....	393
Figura 248: Acúmulo de sedimentos na AP-4 – 09/2022. ....	394
Figura 249: Boca de lobo - AP-4 – 09/2022. ....	394
Figura 250: Boca de lobo danificada - AP4 – 09/2022. ....	395
Figura 251: Localização da AP-05. ....	396
Figura 252: Condições das bocas de lobo da AP-05 verificadas em visita técnica – 09/2022. ....	397
Figura 253: Localização da AP-06. ....	398
Figura 254: Estado de conservação do pavimento na AP-06 – 08/2022.....	398
Figura 255: Bocas de lobo da AP-06 – 08/2022.....	399
Figura 256: Interior de uma boca de lobo da AP-06 – 08/2022.....	399
Figura 257: Interior de uma boca de lobo da AP-06 – 08/2022.....	400
Figura 258: Rampas de acesso aos lotes na área de sarjeta – 08/2022.....	400
Figura 259: Localização da AP-07. ....	401
Figura 260: Boca de lobo responsável pela coleta e afastamento da água precipitada na AP-07 – 11/2022. ....	402
Figura 261: Boca de lobo com sedimentos – 11/2022. ....	402
Figura 262: Boca de lobo obstruída na AP-07 – 11/2022.....	403
Figura 263: Localização da AP-08. ....	404
Figura 264: Acúmulo de sedimentos na via – 09/2022.....	404
Figura 265: Boca de lobo danificada – 09/2022. ....	405
Figura 266: Resíduos sólidos no interior da boca de lobo – 09/2022.....	405
Figura 267: Boca de lobo danificada e com acúmulo de sedimentos – 09/2022.....	406
Figura 268: Localização da AP-9. ....	407
Figura 269: Acúmulo de sedimentos na via – 08/2022.....	407
Figura 270: Boca de lobo na AP-9 – 08/2022. ....	408

Figura 271: Boca de lobo danificada na AP-9 – 08/2022. ....	408
Figura 272: Rampas construídas em área de sarjeta – 08/2022.....	409
Figura 273: Localização da AP-10. ....	410
Figura 274: Via com bastante sedimento – 09/2022. ....	410
Figura 275: Interior de uma das bocas de lobo da AP-10 – 09/2022. ....	411
Figura 276: Localização da AP-11. ....	412
Figura 277: Boca de lobo da AP-11 – 09/2022.....	412
Figura 278: Boca de lobo da AP-11 – 09/2022.....	413
Figura 279: Boca de lobo subdimensionada – 09/2022. ....	413
Figura 280: Fluxo de água e acúmulo de óleos e graxas – 09/2022.....	414
Figura 281: Localização da AP-12. ....	415
Figura 282: Boca de lobo da AP-12 – 09/2022.....	415
Figura 283: Tubulação de saída da boca de lobo – 09/2022. ....	416
Figura 284: Localização da AP-13. ....	417
Figura 285: Inundação em evento de forte precipitação – 10/2022.....	417
Figura 286: Canalização do curso d'água – tubulação de entrada – 11/2022.....	418
Figura 287: Localização da AP-14. ....	419
Figura 288: Falta de manutenção verificada na boca de lobo – 08/2022. ....	419
Figura 289: Falta de manutenção verificada na boca de lobo – 08/2022. ....	420
Figura 290: Localização da AP-15. ....	420
Figura 291: Falta de manutenção das bocas de lobo – 08/2022.....	421
Figura 292: Saída de tubulação de drenagem no Arroio da Ameixa – 08/2022. ....	421
Figura 293: Evento de inundação na AP-15 – 10/2022.....	422
Figura 294: Evento de inundação na AP-15 – 10/2022.....	422
Figura 295: Comparação entre situação normal (31/08/2022) e em evento de inundação (11/10/2022). ....	423
Figura 296: Comparação entre situação normal (31/08/2022) e em evento de inundação (11/10/2022). ....	423
Figura 297: Comparação entre situação normal (31/08/2022) e em evento de inundação (11/10/2022). ....	423
Figura 298: Localização da AP-16. ....	424
Figura 299: Boca de lobo danificada – 09/2022. ....	424
Figura 300: Boca de lobo com acúmulo de sedimentos – 09/2022.....	425
Figura 301: Localização da AP-17. ....	426

Figura 302: Acúmulo de sedimentos e rampas de acesso aos lotes na sarjeta – 09/2022. ....	426
Figura 303: Localização da AP-18. ....	427
Figura 304: Quadra esportiva (à esquerda) na AP-18 – 08/2022.....	428
Figura 305: Entrada elevada construída para conter água de alagamentos – 08/2022. ....	428
Figura 306: Boca de lobo da AP-18 – 08/2022.....	429
Figura 307: Boca de lobo da AP-18 – 08/2022.....	429
Figura 308: Localização da AP-19. ....	430
Figura 309: Curso d'água aos fundos da AP-19 – 09/2022.....	431
Figura 310: Entrada da tubulação – 09/2022. ....	431
Figura 311: Evento de inundação na AP-19 – 10/2022.....	432
Figura 312: Evento de inundação na AP-19 – 10/2022.....	432
Figura 313: Localização da AP-20. ....	433
Figura 314: Bocas de lobo com acúmulo de resíduos – 09/2022.....	434
Figura 315: Bocas de lobo obstruída e acúmulo de água na via – 09/2022.....	434
Figura 316: Localização da AP-21. ....	435
Figura 317: Final da Avenida Guilherme Pinz – 09/2022. ....	435
Figura 318: Localização da AP-22. ....	436
Figura 319: Acúmulo de água e sedimentos – 09/2022. ....	437
Figura 320: Crescimento de vegetação no interior da boca de lobo – 09/2022.....	437
Figura 321: Localização - AP-23. ....	438
Figura 322: Trecho da rua não pavimentado – 09/2022.....	439
Figura 323: Localização da AP-24. ....	440
Figura 324: Acúmulo de água na via – 09/2022.....	440
Figura 325: Boca de lobo obstruída – 09/2022.....	441
Figura 326: Localização da AP-25. ....	442
Figura 327: Acúmulo de água devido à falta de microdrenagem – 09/2022. ....	442
Figura 328: Vala rudimentar construída para escoamento da água – 09/2022. ....	443
Figura 329: Arroio do Hospital – 09/2022.....	443
Figura 330: Bacia de Detenção - Arroio do Hospital .....	450
Figura 331: Bacia de Detenção - Arroio da Ameixa .....	451
Figura 332: Exemplos de valorização da permeabilidade dos solos. ....	452
Figura 333: Modelo de cisterna para captação de água pluvial. ....	453

Figura 334: Modelo de cisterna para captação de água pluvial. ....	453
Figura 335: Exemplo de sistema de asfalto permeável.....	454



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Aspectos Gerais e Históricos de Fraiburgo. ....	54
Tabela 2: Crescimento Populacional no município de Fraiburgo. ....	57
Tabela 3: Taxas médias de crescimento populacional. ....	57
Tabela 4: População residente por situação de domicílio em Fraiburgo. ....	58
Tabela 5: Densidade Demográfica dos bairros/setores de Fraiburgo. ....	60
Tabela 6: Número de domicílios, por espécie de ocupação, nos anos de 2010 e 2022. ....	62
Tabela 7: Taxa de ocupação por situação em bairros/setores. ....	62
Tabela 8: Valor do Produto Interno Bruto (PIB) em Fraiburgo. ....	65
Tabela 9: Valor do Produto Interno Bruto (PIB) per capita em Fraiburgo. ....	66
Tabela 10: Distribuição de Renda por bairros/setores. ....	68
Tabela 11: Evolução dos índices de pobreza em Fraiburgo entre os anos de 1991 e 2010. ....	69
Tabela 12: Números de vínculos empregatícios formais entre os anos 2006 e 2022 - totais e das vinte atividades com maior geração em 2022 – RAIS. ....	71
Tabela 13: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes em Fraiburgo. ....	72
Tabela 14: Doenças de veiculação hídrica no município de Fraiburgo. ....	74
Tabela 15: Número de Estabelecimento de Saúde de Fraiburgo em junho/2020. ....	75
Tabela 16: Número de leitos por especialidade em Fraiburgo em junho/2020. ....	75
Tabela 17: Mortalidade infantil no Município de Fraiburgo nos anos de 1991, 2000 e 2010. ....	76
Tabela 18: Número de escolas por rede escolar no município de Fraiburgo no ano de 2018. ....	77
Tabela 19: Número de docentes por rede escolar no município de Fraiburgo em 2018. ....	77
Tabela 20: Número de matrículas por rede escolar no município de Fraiburgo em 2018. ....	77
Tabela 21: Número de pessoas não alfabetizadas no município em 2000 e 2010. ..	78
Tabela 22: Nível de instrução por faixa etária em 2010. ....	79
Tabela 23: Modelo aritmético adotado PMSB 2012 – População urbana - dados de entrada. ....	80

Tabela 24: Projeção adotada PMSB 2012 - Modelo aritmético – População urbana. .....	80
Tabela 25: Projeção adotada PMSB 2012 – Modelo geométrico – População rural.	80
Tabela 26: População residente por situação de domicílio em Fraiburgo entre 2007 e 2022. ....	81
Tabela 27: Projeções populacionais a partir de regressão dos dados populacionais entre os anos de 2007 e 2022 e projeção a partir de taxa de crescimento geométrico entre os anos 2010 e 2022.....	82
Tabela 28: Projeção PMSB 2012 x Projeção 1ª Revisão do PMSB. ....	85
Tabela 29: Vazões – Estudo de regionalização – Captação Rio Mansinho -SAA Urbano. ....	89
Tabela 30: Características da outorga de uso da Portaria SDS nº 671/2020.....	90
Tabela 31: Alternativas de abastecimento - SAA Urbano. ....	91
Tabela 32: Captações subterrâneas - SAA Urbano – Situação da Outorga de Uso.	92
Tabela 33: Centros de reservação do SAA Central.....	134
Tabela 34: Relação das Unidades de Recalque do SAA Central.....	139
Tabela 35: Centros de reservação do SAA Central.....	153
Tabela 36: Relação das Unidades de Recalque do SAA São Miguel. ....	156
Tabela 37: Centros de reservação do SAA Central.....	168
Tabela 38: Evolução do número de ligações ativas e economias ativas por sistema. .....	180
Tabela 39: Porcentagem de economias x Faixas de Consumo em cada categoria. .....	180
Tabela 40: Percentual de consumo por categoria (Novembro/2021-Outubro/2022). .....	181
Tabela 41: Idade dos hidrômetros instalados no SAA Urbano – referência: 05/2022. .....	181
Tabela 42: População urbana existente na área de cada sistema de abastecimento de água e população atendida em julho de 2022.....	182
Tabela 43: Índice de atendimento na área urbana. ....	183
Tabela 44: Servidores atuando no SAA. ....	184
Tabela 45: Veículos e equipamentos utilizados para a operação do SAA. ....	184
Tabela 46: Política Tarifária – 2022.....	185
Tabela 47: Relatório de custos do SAA em 2020 e 2021.....	186

Tabela 48: Fluxo de Caixa SAA em 2020 e 2021.....	186
Tabela 49: Dados operacionais nos SAA Urbanos em 2022 e 2023.....	187
Tabela 50: Dados operacionais nos SAA Urbanos em 2022 e 2023.....	187
Tabela 51: Dados operacionais das captações no ano de 2023 e limites das outorgas de uso d'água.....	188
Tabela 52: Dados operacionais dos sistemas em 2022 e 2023. ....	189
Tabela 53: Indicadores operacionais dos sistemas em 2022 e 2023.....	190
Tabela 54: Demanda de reservação dos sistemas do SAA Urbano em 2023.....	191
Tabela 55: Projeção da evolução da população atendida pelos sistemas urbanos de abastecimento de água.....	194
Tabela 56: Projeção de Demandas para o SAA Central. ....	196
Tabela 57: Projeção de Demandas para o SAA Miguel. ....	198
Tabela 58: Projeção de Demandas para o SAA Macieira. ....	200
Tabela 59: Projeção de Demandas para o SAA Liberata.....	202
Tabela 60: Projeção de Demandas para o SAA Faxinal dos Carvalhos. ....	204
Tabela 61: Projeção de Demandas para o SAA Papuã. ....	205
Tabela 62: Projeção de Demandas para o SAA X de Novembro.....	206
Tabela 63: Projeção de ligações e economias no SAA urbano.....	207
Tabela 64: Ampliação da rede de distribuição em metros - SAA Urbanos.....	208
Tabela 65: Substituição de hidrômetros ao longo do plano.....	209
Tabela 66: Eficiências de tratamento conforme tipo de tratamento associado em conjunto com o tanque séptico (%).....	221
Tabela 67: Comparação entre sistemas aeróbios e anaeróbios de tratamento de efluentes.....	222
Tabela 68: Programa de monitoramento da eficiência da ETE Liberata. ....	233
Tabela 69: Programa de monitoramento da eficiência da ETE São Sebastião I.....	237
Tabela 70: Dados de projeto - SES Solar das Hortênsias.....	241
Tabela 71: Dados de projeto - SES Macieira. ....	243
Tabela 72: Técnicas de esgotamento sanitário utilizada pelos domicílios do município de Fraiburgo em 2022. ....	245
Tabela 73: Servidores atuando no SES. ....	247
Tabela 74: Tarifas de esgoto vigentes em 2020 e 2024.....	248
Tabela 75: Relatório de custos, despesas e investimentos do SAA em 2020 e 2021. ....	248

Tabela 76: Fluxo de Caixa SES em 2020 e 2021.....	249
Tabela 77: Evolução do Índice de Atendimento dos SES Urbanos.....	251
Tabela 78: Projeção de ligações e economias dos SES urbanos. ....	251
Tabela 79: Evolução da extensão de redes coletoras – SES urbanos.....	252
Tabela 80: Volume de efluentes a ser tratado em ETEs dos SES Urbanos.....	253
Tabela 81: Evolução do atendimento na área rural através de soluções individuais tecnicamente adequadas. ....	256
Tabela 82: Responsáveis pelos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos no município de Fraiburgo. ....	272
Tabela 83: Executores dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos no município de Fraiburgo no ano de 2024. ....	272
Tabela 84: Roteiro da coleta convencional na área urbana do município. ....	274
Tabela 85: Roteiro da coleta convencional na área rural do município. ....	274
Tabela 86: Relação de caminhões compactadores empregados na coleta convencional. ....	275
Tabela 87: Classificação do aterro conforme pontuação. ....	281
Tabela 88: Quantidade anual de resíduos coletados (rejeitos e orgânicos) através da coleta convencional entre os anos de 2019 e 2021. ....	282
Tabela 89: Quantidade anual de resíduos, em toneladas, destinadas ao aterro entre os anos de 2019 e 2021.....	282
Tabela 90: Produção per capita da coleta convencional. ....	283
Tabela 91: Custo anual do serviço de coleta convencional.....	283
Tabela 92: Custos envolvidos na operação do aterro sanitário entre os anos de 2018 e 2021. ....	284
Tabela 93: Custos para o transporte de rejeitos do processo de triagem até o aterro sanitário entre os anos de 2018 e 2021. ....	284
Tabela 94: Roteiro Semanal da Coleta Seletiva.....	285
Tabela 95: Quantidade anual de resíduos recolhidos através da coleta de recicláveis entre os anos de 2019 e 2021.....	286
Tabela 96: Quantidade anual de resíduos, segregados no processo de triagem, em toneladas.....	287
Tabela 97 Coleta Seletiva – Quantidade anual de resíduos recuperados em toneladas – 2020/2021. ....	287
Tabela 98: Geração per capita de resíduos da coleta de recicláveis. ....	288

Tabela 99: Custo anual do serviço de coleta Seletiva de 2018 a 2021. ....	288
Tabela 100: Tipos de RSS coletados em 2021. ....	293
Tabela 101: Arrecadação - Taxa de coleta de lixo. ....	304
Tabela 102: Relação Receitas x Custos com o manejo de resíduos domiciliares urbanos e coleta seletiva. ....	305
Tabela 103: Estimativa da quantidade de resíduos a serem coletados por meio da coleta convencional durante o horizonte de projeto. ....	310
Tabela 104: Projeção da quantidade de resíduos a serem recolhidos pela coleta de recicláveis. ....	311
Tabela 105: Estágios do desenvolvimento sustentável da drenagem urbana nos países desenvolvidos. ....	319
Tabela 106: Categorias das Medidas Não Estruturais. ....	325
Tabela 107: Regiões Hidrográficas do Estado de Santa Catarina e suas respectivas Bacias Hidrográficas. ....	337
Tabela 108: Áreas das sub-bacias inseridas no município de Fraiburgo. ....	339
Tabela 109: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio dos Veados. ....	340
Tabela 110: Principais índices físicos da sub-bacia do Arroio Caçador. ....	342
Tabela 111: Principais índices físicos da sub-bacia do Arroio Passo do Meio. ....	343
Tabela 112: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio das Pedras. ....	345
Tabela 113: Principais índices físicos da sub-bacia do Arroio da Barra. ....	346
Tabela 114: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio Mansinho. ....	348
Tabela 115: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio do Tigre. ....	349
Tabela 116: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio Bonito. ....	350
Tabela 117: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio dos Patos. ....	352
Tabela 118: Principais índices físicos da sub-bacia do Arroio dos Polli. ....	353
Tabela 119: Principais índices físicos da sub-bacia do Córrego Passa Três. ....	355
Tabela 120: Resumo das Características Físicas das Sub-bacias do município. ...	356
Tabela 121: Características das sub-bacias urbanas. ....	359
Tabela 122: Situação da pavimentação da malha viária urbana do município de Fraiburgo. ....	374
Tabela 123: Períodos de retorno em função da ocupação da área. ....	378
Tabela 124: Parâmetros para o município de Fraiburgo. ....	379
Tabela 125: Intensidade da chuva, em mm/h, para o município de Fraiburgo. ....	380
Tabela 126: Máxima precipitação diária entre 1976 e 2020 em Fraiburgo. ....	383

Tabela 127: Situação da incidência e letalidade da leptospirose em Fraiburgo.....	384
Tabela 128: Fatores que afetam o sistema de drenagem pluvial. ....	385
Tabela 129: Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS). ....	385
Tabela 130: Áreas-problema identificadas. ....	386
Tabela 131: Indicadores Gerais de Fragilidade das AP do município de Fraiburgo considerando levantamento realizado em agosto e setembro de 2022. ....	444
Tabela 132: Proposta de ações gerais a serem tomadas nas AP considerando as intervenções realizadas até 2024. ....	458
Tabela 133: Prioridades nas propostas de estruturação a serem tomadas. ....	460
Tabela 134: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SAA – Ano 1 ao Ano 10. ....	467
Tabela 135: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SAA – Ano 11 ao Ano 20. ....	470
Tabela 136: Resumo dos investimentos no SAA(R\$). ....	471
Tabela 137: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SES – Ano 1 ao Ano 10. ....	473
Tabela 138: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SES – Ano 11 ao Ano 20. ....	474
Tabela 139: Resumo dos investimentos (R\$) para o SES. ....	475
Tabela 140: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para os serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (RS) – Ano 01 ao Ano 10. ....	476
Tabela 141: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para os serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (RS) - Ano 11 ao Ano 20. ....	478
Tabela 142: Resumo dos Investimentos (R\$) em Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos. ....	479
Tabela 143: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbana (DRE) – Ano 1 ao Ano 10. ....	480
Tabela 144: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbana (DRE)– Ano 11 ao Ano 20. ....	482
Tabela 145: Resumo Investimentos (R\$) - Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana (DRE). ....	483
Tabela 146: Análise simplificada de viabilidade dos investimentos no SAA e SES. ....	485
Tabela 147: Ações de resposta a emergências e contingências. ....	488

**SUMÁRIO**

<b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>2. PRINCÍPIOS .....</b>	<b>31</b>
<b>3. OBJETIVOS GERAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>4. CONTROLE SOCIAL NA REVISÃO DO PMSB .....</b>	<b>36</b>
4.1. PESQUISA DE SATISFAÇÃO .....	36
4.2. REUNIÃO COMUNITÁRIA.....	38
4.3. WEBSITE.....	41
4.4. CONSELHO MUNICIPAL DE SAÚDE E SANEAMENTO .....	41
4.5. AUDIÊNCIA PÚBLICA .....	42
<b>5. LEGISLAÇÃO .....</b>	<b>43</b>
5.1. ÂMBITO FEDERAL.....	43
5.2. ÂMBITO ESTADUAL .....	47
5.3. ÂMBITO MUNICIPAL.....	49
<b>6. DIAGNÓSTICO SOCIAL.....</b>	<b>53</b>
6.1. ASPECTOS POPULACIONAIS .....	53
6.1.1. Taxas de crescimento .....	57
6.1.2. Distribuição da população .....	57
6.1.3. Densidade demográfica .....	59
6.1.4. Domicílios .....	61
6.1.5. Taxa de ocupação.....	62
6.1.6. Esperança de vida ao nascer.....	63
6.1.7. Taxa de Fecundidade Total .....	64
6.2. ECONOMIA .....	65
6.2.1. PIB .....	65
6.2.2. Renda .....	68
6.3. EMPREGO.....	70
6.4. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL (IDHM) .....	72
6.5. SAÚDE.....	73
6.5.1. Doenças.....	73
6.5.2. Infraestrutura dos serviços de saúde .....	74
6.5.3. Indicadores epidemiológicos.....	75
6.6. EDUCAÇÃO.....	77
6.6.1. Alfabetização .....	78

6.6.2.	Escolaridade .....	78
6.7.	PROJEÇÕES POPULACIONAIS.....	79
6.8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	85
<b>7.</b>	<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....</b>	<b>87</b>
7.1.	DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO .....	87
7.1.1.	Mananciais e disponibilidade hídrica.....	87
7.1.1.1.	Mananciais superficiais .....	87
7.1.1.2.	Mananciais subterrâneos.....	92
7.1.2.	Sistema de abastecimento de água urbano .....	95
7.1.2.1.	SAA Central.....	95
7.1.2.2.	SAA São Miguel .....	145
7.1.2.3.	SAA Macieira.....	158
7.1.2.4.	SAA Liberata .....	162
7.1.2.5.	SAA Faxinal dos Carvalhos .....	170
7.1.2.6.	SAA Papuã.....	171
7.1.2.7.	SAA X de Novembro .....	173
7.1.2.8.	Parque da Maçã .....	175
7.1.2.9.	Rede de distribuição .....	178
7.1.2.10.	Controle da operação .....	179
7.1.2.11.	Economia e micromedição .....	180
7.1.2.12.	Índice de atendimento .....	182
7.1.2.13.	Qualidade .....	183
7.1.2.14.	Quadro de pessoal, manutenção e controle operacional .....	184
7.1.2.15.	Política Tarifária e Regulação.....	185
7.1.2.16.	Receitas Despesas e Resultados.....	186
7.1.2.17.	Diagnóstico das Demandas Atuais.....	187
7.2.	AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2012 E SUAS PROPOSTAS DE INVESTIMENTOS .....	192
7.3.	PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO.....	193
7.3.1.	PROGNÓSTICO DE DEMANDAS .....	193
7.3.1.1.	SAA Urbano.....	193
7.3.1.2.	Abastecimento de água na área rural.....	209
7.3.2.	PROGNÓSTICO DO SISTEMA .....	209
7.3.2.1.	SAA Urbano.....	209

7.3.2.2.	Soluções individuais e comunitárias nas áreas rurais .....	211
7.4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	212
<b>8.</b>	<b>ESGOTAMENTO SANITÁRIO .....</b>	<b>216</b>
8.1.	DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	216
8.1.1.	Contextualização .....	216
8.1.2.	Situação atual do esgotamento sanitário .....	222
8.1.2.1.	SES Jardim América .....	223
8.1.2.2.	SES Liberata .....	229
8.1.2.3.	SES São Sebastião .....	234
8.1.2.4.	ETE São Sebastião I .....	235
8.1.2.5.	ETE São Sebastião II .....	237
8.1.2.6.	SES Bairro Das Nações .....	240
8.1.2.7.	SES Solar das Hortênsias .....	241
8.1.2.8.	Bairro Macieira .....	243
8.1.2.9.	Sistemas individuais de tratamento .....	244
8.1.3.	Quadro de pessoal, manutenção e controle operacional .....	246
8.1.4.	Política Tarifária e Regulação .....	247
8.1.5.	Custos x receitas.....	248
8.2.	AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DA REVISÃO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2012.....	249
8.3.	PROGNÓSTICO .....	250
8.3.1.	ÁREA URBANA .....	250
8.3.2.	ÁREA RURAL .....	255
8.4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....	256
<b>9.</b>	<b>LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>259</b>
9.1.	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	259
9.1.1.	Classificação.....	264
9.1.2.	Acondicionamento e coleta .....	267
9.1.3.	Transporte e transbordo.....	268
9.1.4.	Tratamento.....	269
9.1.4.1.	Reciclagem.....	269
9.1.4.2.	Compostagem .....	269
9.1.4.3.	Incineração .....	270
9.1.4.4.	Outras formas de tratamento.....	270

9.1.5.	Disposição final.....	271
9.2.	DIAGNÓSTICO.....	272
9.2.1.	Resíduos domiciliares – coleta convencional.....	273
9.2.1.1.	Coleta.....	273
9.2.1.2.	Transporte.....	275
9.2.1.3.	Destinação Final dos Resíduos Domiciliares – Orgânicos e Rejeitos.....	276
9.2.1.4.	Caracterização.....	282
9.2.1.5.	Custos.....	283
9.2.2.	Resíduos domiciliares – coleta de recicláveis.....	284
9.2.2.1.	Coleta.....	285
9.2.2.2.	Triagem e destino dos Recicláveis.....	285
9.2.2.3.	Caracterização.....	286
9.2.2.4.	Custos.....	288
9.2.2.5.	Coleta Informal.....	288
9.2.3.	Serviços de limpeza pública.....	289
9.2.3.1.	Varição.....	289
9.2.3.2.	Serviços de Capina, Poda e Jardinagem.....	289
9.2.4.	Resíduos dos serviços de saúde (RSS).....	291
9.2.4.1.	Geração de RSS nos Estabelecimentos Públicos.....	293
9.2.4.2.	Segregação e Acondicionamento dos RSS nos Estabelecimentos Públicos.....	294
9.2.4.3.	Coleta, Transporte e Destinação Final dos RSS de Estabelecimentos Públicos.....	297
9.2.4.4.	Coleta, Transporte e Destinação Final dos RSS de Estabelecimentos Privados.....	297
9.2.5.	Resíduos domiciliares especiais.....	298
9.2.5.1.	Resíduos/Logística Reversa.....	298
9.2.5.2.	Resíduos Volumosos.....	299
9.2.6.	Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços.....	300
9.2.7.	Resíduos da construção civil.....	301
9.2.8.	Receitas x Custos.....	304
9.2.9.	Ouvidoria.....	305
9.2.10.	Programas e ações de conscientização ambiental.....	305

9.3.	AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2012 E SUAS PROPOSTAS DE INVESTIMENTOS	306
9.4.	PROGNÓSTICO	309
9.4.1.	Estimativa de resíduos - coleta convencional	309
9.4.2.	Estimativa de resíduos – coleta recicláveis	310
9.4.3.	Valorização dos resíduos orgânicos	311
9.4.4.	Integração dos catadores de materiais recicláveis	312
9.5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	313
<b>10.</b>	<b>DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b>	<b>316</b>
10.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	316
10.1.1.	Impactos da urbanização	316
10.1.2.	O novo e atual conceito de drenagem	318
10.1.3.	Componentes do sistema de drenagem	320
10.1.4.	Drenagem urbana e manejo de águas pluvial	320
10.1.5.	Sistema de Drenagem	321
10.1.5.1.	Microdrenagem	322
10.1.5.2.	Macrodrenagem	323
10.1.6.	Medidas de controle	323
10.1.6.1.	Medidas Estruturais	324
10.1.6.2.	Medidas Não Estruturais	324
10.1.7.	Bacias hidrográficas: aspectos gerais	325
10.1.7.1.	A bacia hidrográfica como unidade de planejamento	326
10.1.7.2.	Características físicas das bacias hidrográficas	328
10.1.8.	Áreas de risco de inundação e deslizamento	330
10.1.8.1.	Inundação	330
10.1.8.2.	Deslizamentos	331
10.1.8.3.	Rastejo	332
10.1.8.4.	Quedas de blocos	332
10.2.	DIAGNÓSTICO	333
10.2.1.	Coleta de dados	333
10.2.2.	Hidrografia e relevo	334
10.2.2.1.	Regiões hidrográficas brasileiras	334
10.2.2.2.	Região Hidrográfica do Uruguai	335
10.2.2.3.	Regiões e Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina	336

10.2.2.4. Sub-bacias Hidrográficas do Município .....	338
10.2.2.5. Sub-bacias Hidrográficas Urbanas do Município .....	357
10.2.3. Levantamento de risco .....	359
10.2.3.1. Risco de Inundação .....	360
10.2.3.2. Risco de deslizamento agravado pela ausência de infraestruturas de drenagem .....	363
10.2.4. Operação e manutenção do sistema de drenagem.....	372
10.2.5. Estrutura .....	373
10.2.6. Sustentabilidade econômico-financeira .....	373
10.2.7. Funcionalidade do sistema de drenagem.....	374
10.2.8. Redes existentes .....	374
10.2.9. Projetos .....	376
10.2.10. Intensidade, duração e frequência – IDF.....	378
10.2.11. Precipitação pluviométrica.....	380
10.2.12. Leptospirose x Precipitação .....	383
10.2.13. Áreas-Problema.....	384
10.2.13.1. Metodologia para identificação das áreas-problema.....	384
10.2.13.2. Análise das áreas-problema atuais.....	386
10.2.13.3. Descrição das áreas-problema identificadas .....	387
10.2.13.4. Índice Geral de Fragilidade – IGF .....	444
10.3. AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2012 E SUAS PROPOSTAS DE INVESTIMENTOS	445
10.4. PROGNÓSTICO .....	446
10.4.1. Da materialização das propostas .....	447
10.4.2. Confiabilidade e segurança das soluções .....	447
10.4.3. Macrodrenagem .....	448
10.4.3.1. Operação das comportas do Lago das Araucárias.....	448
10.4.3.2. Desassoreamento do Rio Mansinho.....	449
10.4.3.3. Construção de bacia de detenção/retenção – Montante do Arroio do Hospital (Rua Amâncio Chelli) .....	449
10.4.3.4. Construção de bacia de detenção/retenção – Montante do Lago das Araucárias .....	450
10.4.4. Detenção e permeabilidade.....	451
10.4.5. Remuneração dos serviços .....	454

10.4.6. ALTERNATIVAS PARA SOLUÇÕES DAS ÁREAS-PROBLEMA DIAGNOSTICADAS .....	456
10.4.6.1. Ações propostas por área-problema .....	456
10.4.6.2. Propostas de estruturação das ações a serem implementadas .....	460
10.4.6.3. Medidas aplicáveis para todas as Áreas-Problema .....	461
10.4.6.4. Medidas aplicáveis para APs específicas.....	462
10.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....	463
<b>11. PLANO DE METAS, PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES.....</b>	<b>465</b>
<b>12. VIABILIDADE FINANCEIRA DOS SISTEMAS.....</b>	<b>484</b>
<b>13. AÇÕES DE RESPOSTA A EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS.....</b>	<b>487</b>
<b>14. INTEGRAÇÃO COM POLÍTICAS E PLANOS NACIONAIS/ESTADUAIS/MUNICIPAIS .....</b>	<b>489</b>
<b>15. REGULAÇÃO.....</b>	<b>490</b>
<b>16. INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO .....</b>	<b>492</b>
16.1. ESTRUTURA DE GESTÃO DO PLANO.....	492
16.2. INDICADORES SETORIAIS .....	493
<b>17. DIVULGAÇÃO DO PLANO.....</b>	<b>494</b>
<b>18. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>495</b>
<b>19. ANEXOS.....</b>	<b>496</b>
<b>20. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>497</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório traz a Versão Preliminar da 1ª Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Fraiburgo, que contempla os serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, estando nele integrados todos os relatórios anteriores **com respectivas atualizações**<sup>1</sup>. Esse relatório foi elaborado conforme Proposta de Empenho nº 121/2020 firmada entre a SANEFRAI e o Consórcio Interfederativo Santa Catarina - CINCATARINA.

Após apreciação do Conselho Municipal de Saneamento Básico e apresentação em Audiência Pública, a Versão Preliminar resultará na Versão Final, atendendo ao que estabelece a legislação quanto ao princípio fundamental de “Controle Social” das ações de saneamento básico. Os produtos anteriores que nesta versão preliminar estão inseridos são: Diagnóstico Social, Diagnóstico e Prognóstico dos Serviços de Abastecimento de Água Potável, Diagnóstico e Prognóstico dos Serviços de Esgotamento Sanitário, Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e Prognóstico dos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Nas considerações finais dos diagnósticos setoriais foram apresentadas recomendações que neste documento serão tratadas como metas e ações para os cenários adotados e na observância aos princípios fundamentais das políticas públicas de prestação dos serviços de saneamento básico.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), a Regulação dos Serviços e o Controle Social são os itens centrais das políticas públicas municipais de saneamento básico definidas na Lei Federal nº 11.445/2007 e no decreto que a regulamentou, Decreto Federal nº 7.217/2010. O PMSB é o instrumento que norteará os programas, projetos e ações do poder público nesta área, legitimado pela transparência dos processos decisórios e pela participação da sociedade na sua elaboração com mecanismos de controle social, subordinando as ações de saneamento ao interesse público conforme estabelecido no texto legal.

---

<sup>1</sup> Os produtos anteriores (Produtos 1 ao 5) sofreram algumas alterações, correções e atualizações após passarem pelo Conselho. Dessa forma, podem ser observadas diferenças entre a redação e os dados apresentados neste documento e aqueles apresentados nos produtos anteriores.

O princípio fundamental “Eficiência e Sustentabilidade Econômica”, das políticas públicas de saneamento básico, remete ao estabelecimento de tarifas e taxas módicas para os serviços de saneamento básico de maneira que estes tenham receita própria adequada às necessidades de prestação dos serviços e de investimentos. O plano de investimentos em melhorias e ampliação dos serviços de saneamento deve ser construído de forma que a prestação de serviço adequado aconteça em condições de sustentabilidade.

Os produtos que integram essa 1ª revisão do PMSB foram produzidos com base nas informações obtidas:

- Da prestadora dos serviços de saneamento básico - Autarquia Municipal de Saneamento Básico de Fraiburgo – SANEFRAI
- Dos órgãos municipais, estaduais e federais, ligados ao saneamento básico;
- Em levantamentos de campo realizados no ano de 2022;
- Em reuniões com o Conselho Municipal de Saneamento Básico;
- Em pesquisa de satisfação sobre os serviços de saneamento básico disponibilizado à população;
- Em consulta a trabalhos, estudos e documentos que versam sobre o tema;
- Em experiências anteriores desta equipe técnica.

## 2. PRINCÍPIOS

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para Política Federal de Saneamento Básico, em seu art. 2º define os princípios fundamentais para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico:

- I - universalização do acesso e efetiva prestação do serviço;
- II - integralidade, compreendida como o conjunto de atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento que propicie à população o acesso a eles em conformidade com suas necessidades e maximize a eficácia das ações e dos resultados;
- III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente;
- IV - disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde, de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
- VII - eficiência e sustentabilidade econômica;
- VIII - estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários;
- IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- X - controle social;
- XI - segurança, qualidade, regularidade e continuidade;
- XII - integração das infraestruturas e dos serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos;
- XIII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reuso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva;
- XIV - prestação regionalizada dos serviços, com vistas à geração de ganhos de escala e à garantia da universalização e da viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços;
- XV - seleção competitiva do prestador dos serviços; e
- XVI - prestação concomitante dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário (BRASIL, 2007).

Da mesma forma, a Política Municipal de Saneamento Básico de Fraiburgo, estabelecida pela Lei Municipal nº 2.111/2011, define as diretrizes gerais, os princípios fundamentais e os objetivos para a prestação dos serviços de saneamento básico no município. Em seu art. 2º apresenta que:

A Política Municipal de Saneamento Básico orientar-se-á pelos seguintes princípios fundamentais:

I - universalização do acesso;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades do Município;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

X - controle social;

XI - segurança, qualidade e regularidade; e

XII - integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos (FRAIBURGO, 2011).

### 3. OBJETIVOS GERAIS

Os objetivos gerais adotados nessa Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico seguem as recomendações do Guia Para a Elaboração de Planos Municipais de Saneamento (BRASIL, 2011):

#### **Promoção e Melhoria da Salubridade Ambiental e da Saúde Coletiva**

Garantir a qualidade ambiental como condição essencial para a promoção e melhoria da saúde coletiva; garantir um nível razoável de atendimento com sistemas e serviços de saneamento; promover a recuperação e o controle da qualidade ambiental, garantindo acesso pleno dos cidadãos aos serviços e sistemas de saneamento básico.

#### **Proteção dos Recursos Hídricos e Controle da Poluição**

Garantir a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, principalmente os mananciais destinados ao consumo humano; garantir um nível razoável de atendimento com sistemas de drenagem e tratamento dos efluentes (em particular os domésticos); promover a recuperação e o controle da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, por meio do tratamento e da redução das cargas poluentes e da poluição difusa.

#### **Abastecimento de Água às Populações e às Atividades Econômicas**

Assegurar uma gestão racional da demanda de água, em função dos recursos disponíveis e das perspectivas socioeconômicas; procurar uma gestão sustentável e integrada dos mananciais subterrâneos e superficiais; garantir a quantidade de água necessária para o abastecimento às populações e o desenvolvimento das atividades econômicas; promover a conservação dos recursos hídricos por meio da redução das perdas nos sistemas ou da reutilização da água.

#### **Proteção da Natureza**

Assegurar a proteção do meio ambiente, com ênfase na proteção do solo e nos meios aquáticos e ribeirinhos com maior interesse ecológico, a proteção e recuperação de habitat e condições de suporte das espécies nos meios hídricos; estabelecer condições adequadas de manejo do solo para evitar degradação;

estabelecer vazões “ecológicas” e evitar a excessiva artificialização do regime hidrológico dos cursos de água.

### **Proteção Contra Situações Hidrológicas Extremas e Acidentes de Poluição**

Promover a minimização dos efeitos econômicos e sociais das secas por meio de medidas de gestão em função das disponibilidades de água, impondo restrições ao fornecimento em situação de seca e promovendo a racionalização dos consumos através de planos de contingência; promover a minimização dos efeitos econômicos e sociais das enchentes por meio do ordenamento da ocupação das áreas ribeirinhas sujeitas a inundações e o estabelecimento de mapas de risco de inundação, a regularização e a conservação da rede de drenagem; a implantação de obras de controle; promover a minimização dos efeitos econômicos e sociais de acidentes de poluição, via o estabelecimento de planos de emergência, visando à minimização dos seus efeitos.

### **Valorização Social e Econômica dos Recursos Ambientais**

Estabelecer prioridades de uso para os recursos ambientais e definir a destinação dos diversos resíduos provenientes da atividade humana; promover a identificação dos locais com aptidão para usos específicos relacionados ao saneamento ambiental; promover a valorização econômica dos recursos ambientais, ordenando os empreendimentos no território.

### **Ordenamento do Território**

Preservar as áreas de várzea; impor condicionamentos aos usos do solo por meio da definição de diretrizes de ordenamento e de ocupação; promover a reabilitação e renaturalização dos leitos de rios e canais; promover o zoneamento em termos de uso e ocupação do solo.

### **Normatização Jurídico-Institucional**

Assegurar a simplificação e racionalização dos processos de gestão da política e dos sistemas de saneamento básico; promover a melhoria da coordenação interinstitucional, corrigir eventuais deficiências da legislação vigente.

### **Sustentabilidade Econômico-financeira**

Promover a sustentabilidade econômica e financeira dos sistemas de saneamento e a utilização racional dos recursos hídricos, incentivar a adoção dos princípios usuário-pagador e poluidor-pagador.

### **Outros Objetivos**

Aprofundar o conhecimento dos recursos hídricos; promover o monitoramento quantitativo e qualitativo das águas superficiais e subterrâneas; promover o estudo e a pesquisa aplicada, criando e mantendo as bases de dados adequadas ao planejamento e à gestão sustentável dos recursos hídricos; promover a participação da população através da informação, formação e sensibilização para as necessidades de proteger os recursos naturais, especificamente os recursos hídricos; incentivar a implantação de programa de controle da erosão do solo.

## 4. CONTROLE SOCIAL NA REVISÃO DO PMSB

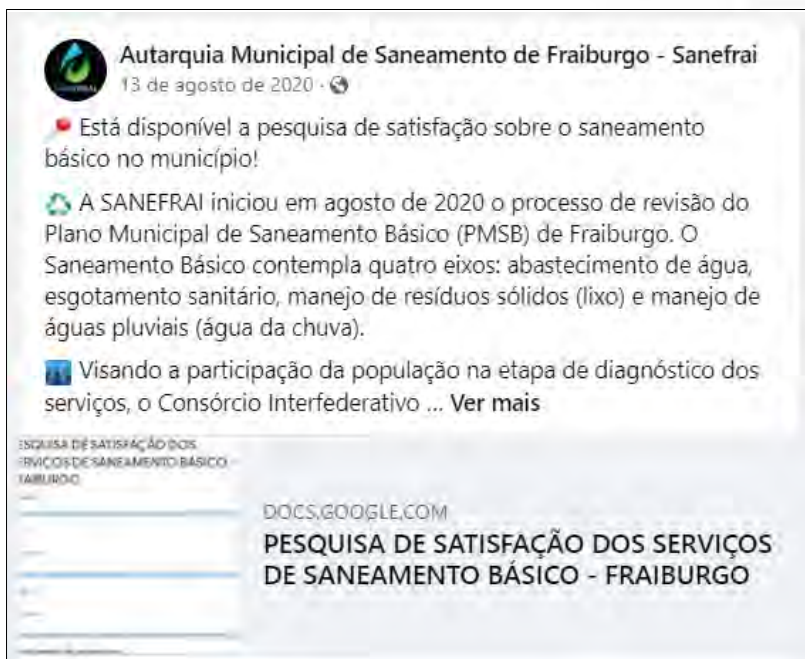
### 4.1. PESQUISA DE SATISFAÇÃO

Visando a participação da população na etapa de diagnóstico dos serviços (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana) do processo de revisão do Revisão do PMSB, foi disponibilizada uma pesquisa (formulário on-line) para coletar informações sobre a satisfação dos munícipes em relação à prestação dos serviços de saneamento básico em Fraiburgo/SC. Além de avaliar os serviços, o formulário também permitia que os participantes se manifestassem sobre cada eixo sugerindo melhorias, relatando problemas ou insatisfações.

A pesquisa, elaborada na plataforma *Google forms*, ficou disponível para preenchimento de 13 de agosto de 2020 a 25 de julho de 2022, tendo recebido 68 respostas. Os resultados foram agrupados e avaliados, sendo apresentados nos diagnósticos de cada eixo.

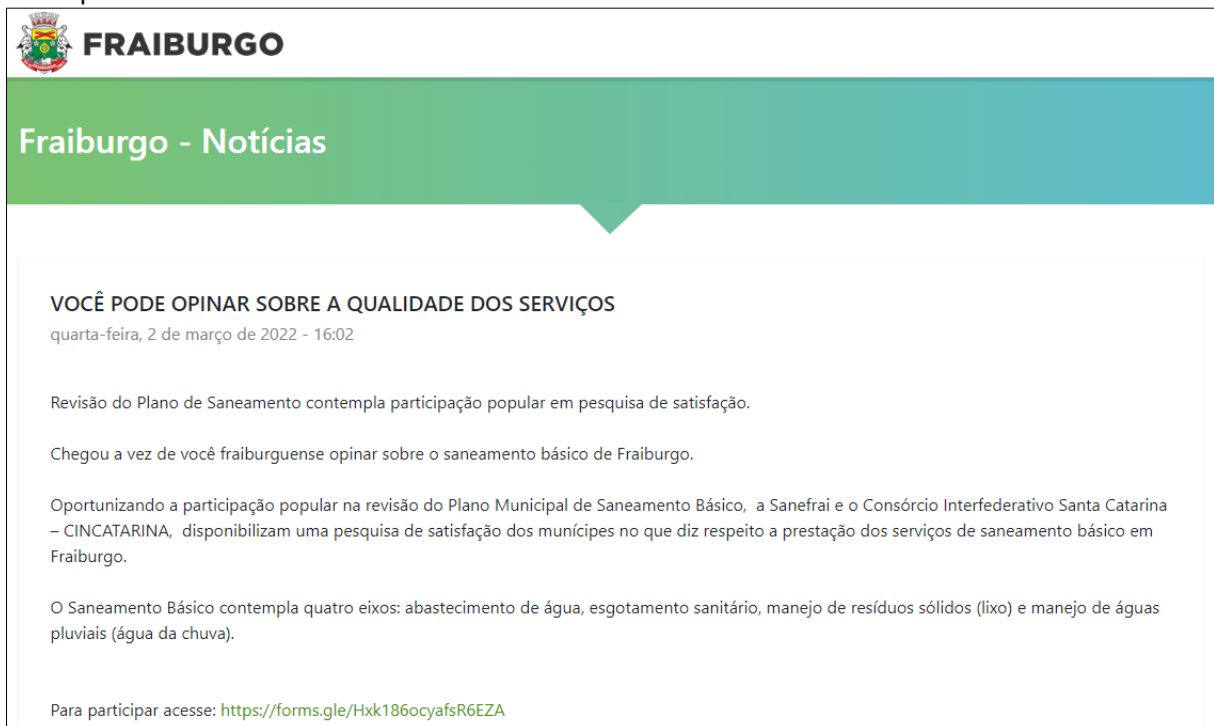
As Figura 1 e Figura 2 apresentam capturas de postagens realizadas nas redes sociais da SANEFRAI e no site institucional do Município, através das quais a pesquisa foi divulgada. Além disso, a pesquisa também esteve disponível através do website do processo de revisão do PMSB (Figura 3).

Figura 1: Questionário de contribuição sobre os serviços de saneamento básico – Facebook da SANEFRAI.



Fonte: Facebook: Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo - SANEFRAI (2020).

Figura 2: Questionário de contribuição sobre os serviços de saneamento básico – site da Prefeitura Municipal.



Fonte: Prefeitura de Fraiburgo – Site institucional (2022).

Figura 3: Questionário de contribuição sobre os serviços de saneamento básico - Website.



Fonte: CINCATARINA (2022) - site de revisão PMSB Fraiburgo.

É importante destacar que, em função do método empregado e do baixo número de respostas obtidas, os resultados não possuem representatividade estatística, e, por isso, não resumem necessariamente a opinião da população de Fraiburgo em relação aos serviços prestados. Ainda assim, são importantes para

indicar os anseios dos participantes e problemas existentes na prestação dos serviços.

#### 4.2. REUNIÃO COMUNITÁRIA

Com o objetivo de garantir mais uma forma de participação da população no processo de revisão, e complementar as informações coletadas através da pesquisa de satisfação, foram agendadas quatro reuniões comunitárias: a primeira, no dia 14 de fevereiro de 2022, às 19:00h, na Escola de Ensino Fundamental Bairro das Nações (bairro Das Nações); a segunda, no dia 15 de fevereiro de 2022, às 19:00h, na Escola de Ensino Fundamental Bela Vista (bairro Bela Vista); a terceira, no dia 16 de fevereiro de 2022, às 19:00h, no Centro Educacional Municipal Antônio Porto Burda (bairro São Miguel). A quarta reunião estava agendada para o dia 17 de fevereiro de 2022, às 19:00h, no Centro Educacional Municipal Macieira, no bairro Macieira; entretanto, devido à ausência de comparecimento da população, a reunião foi cancelada.

Figura 4: Divulgação da reunião comunitária nas redes sociais da SANEFRAI.



Fonte: Facebook: Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo - SANEFRAI (2022).

Figura 5: Divulgação da reunião comunitária no site institucional do Município.



Fonte: Prefeitura de Fraiburgo – Site institucional (2022).

Nas reuniões, após uma breve introdução sobre os aspectos legais das Políticas Federal e Municipal de Saneamento, a metodologia de estudo da revisão do PMSB e os serviços de saneamento básico que integram esse plano, as pessoas presentes puderam se manifestar sobre o tema, expondo dificuldades e expectativas de melhorias para os serviços de saneamento básico no município. As figuras abaixo apresentam registros fotográficos das três reuniões realizadas.

Figura 6: Reunião comunitária na Escola de Ensino Fundamental Bairro das Nações (14/02/2022).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 7: Reunião comunitária na Escola de Ensino Fundamental Bela Vista (15/02/2022).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 8: Reunião comunitária no Centro Educacional Municipal Antônio Porto Burda (16/02/2022).



Fonte: Acervo próprio.

#### 4.3. WEBSITE

Com o intuito de permitir o acesso da população aos materiais produzidos durante o processo de revisão, foi criado um website, que pode ser acessado através do *link*: <https://planejamentourbano.cincatarina.sc.gov.br/default.aspx?municipio=fraiburgopmsb>. No *website*, além de disponibilização dos materiais produzidos, também foram vinculadas informações sobre o andamento do processo de revisão, concentrando notícias relacionadas ao processo de revisão.

Figura 9: Website para acompanhamento do processo de revisão do PMSB de Fraiburgo.



Fonte: Acervo próprio.

#### 4.4. CONSELHO MUNICIPAL DE SAÚDE E SANEAMENTO

O Conselho Municipal de Saúde e Saneamento, órgão colegiado municipal, exerce as atribuições de controle social sobre os serviços públicos de saneamento básico de Fraiburgo, conforme estabelecido pela Lei Municipal nº 2.290, de 29 de abril de 2015. Durante o processo de revisão, houve alterações nos membros do Conselho Municipal de Saúde e Saneamento. A seguir, descrevem-se as reuniões realizadas, juntamente com os decretos de nomeação dos conselheiros vigentes em cada etapa de apresentação.

No dia 16 de fevereiro de 2022, realizou-se a primeira reunião com o Conselho (Decreto Municipal nº 357/2022), na qual foi apresentada a metodologia do processo de revisão e o Produto 01 – Revisão do Diagnóstico Social. Em 17 de julho de 2024, o Produto 01 foi novamente apresentado ao Conselho (Decreto Municipal nº 1.125/2024), para discussão de uma nova proposta de projeção populacional, elaborada após a divulgação dos dados do Censo 2022.

A terceira reunião ocorreu em 23 de outubro de 2024, quando foram apresentadas ao Conselho (Decreto Municipal nº 1.125/2024) as revisões dos diagnósticos e prognósticos dos serviços de limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, manejo de águas pluviais e drenagem urbana (Produtos 04 e 05). A quarta reunião ocorreu em 13 de novembro de 2024, quando foram apresentadas ao Conselho (Decreto Municipal nº 1.125/2024) as revisões dos diagnósticos e prognósticos dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário (Produtos 02 e 03).

Por fim, a versão preliminar (Produto 06) será apresentada ao Conselho (Decreto Municipal nº 1.375/2025) em reunião para discussão e aprovação de seu conteúdo.

#### 4.5. AUDIÊNCIA PÚBLICA

Após apresentação ao Conselho de dessa Versão Preliminar da 1ª Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (Produto 06), o conteúdo do documento será apresentado em Audiência Pública.

## 5. LEGISLAÇÃO

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Fraiburgo foi instituído pela Lei Municipal nº 2.169/2012. Na sequência, são apresentados os principais dispositivos legais que regulamentam os serviços de abastecimento de água potável no município.

### 5.1. ÂMBITO FEDERAL

**- Lei Federal nº 6.050, de 24 de maio de 1974.**

Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento.

**- Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.**

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

**- Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007.**

Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978.

**- Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.**

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

**- Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020.**

Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art.

175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

**- Decreto Federal nº 76.872, de 22 de dezembro de 1975.**

Regulamenta a Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974, que dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas públicos e abastecimento.

**- Decreto Federal nº 5.440, de 4 de maio de 2005.**

Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.

**- Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010.**

Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

**- Decreto Federal nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022.**

Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

**- Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999.**

Destinação ambientalmente adequada a pneumáticos.

**- Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001.**

Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

**- Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.**

Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

**- Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005.**

Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

**- Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008.**

Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.

**- Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011.**

Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.

**- Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012.**

Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º, 11º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

**- Resolução RDC ANVISA nº 222, de 28 de março de 2018.**

Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências.

**- Resolução ANA nº 79, de 14 de junho de 2021.**

Aprova a Norma de Referência nº 1 para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, que dispõe sobre o regime, a estrutura e parâmetros da cobrança pela prestação do serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos, bem como os procedimentos e prazos de fixação, reajuste e revisões tarifárias.

**- Portaria de Consolidação MS/GM nº05, de 28 de setembro de 2017 (ANEXO XX)**

Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água Para Consumo Humano e seu padrão de potabilidade.

**- Portaria de Consolidação MS/GM nº05, de 28 de setembro de 2017 (ANEXO XXI)**

Normas e Padrões sobre Fluoretação da Água dos Sistemas Públicos de Abastecimento, Destinada ao Consumo Humano.

**- Portaria MCID nº01, de 1 de agosto de 2024**

Estabelece os procedimentos gerais para o cumprimento do disposto no inciso IV do caput do art. 50 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e no inciso IV do caput do art. 7º do Decreto nº 11.599, de 12 de julho de 2023.

**- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.**

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências

**- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.**

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências

**- Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.**

Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

**- ABNT NBR 10.004-1/2024.**

Resíduos sólidos - Classificação - Parte 1: Requisitos de classificação

**- ABNT NBR 10.004-2/2024.**

Resíduos sólidos - Classificação - Parte 2: Sistema Geral de Classificação de Resíduos (SGCR).

**- ABNT NBR 10.005/2004.**

Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.

**- ABNT NBR 10.006/2004.**

Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.

**- ABNT NBR 10.007/2004.**

Amostragem de resíduos sólidos.

**- ABNT NBR 13.221/2023**

Transporte terrestre de produtos perigosos - Resíduos

## 5.2. ÂMBITO ESTADUAL

**- Lei Estadual nº 6.320, de 20 de dezembro de 1983.**

Dispõe sobre normas gerais de saúde, estabelece penalidades e dá outras providências.

**- Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994.**

Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos e dá outras providências.

**- Lei Estadual nº 11.376, de 18 de abril de 2000.**

Estabelece a obrigatoriedade da adoção de plano de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde nos casos que menciona.

**- Lei Estadual nº 11.347, de 17 de janeiro de 2000.**

Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final de resíduos sólidos potencialmente perigosos que menciona, e adota outras providências.

**- Lei Estadual nº 12.375, de 16 de julho de 2002.**

Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final de pneus descartáveis e adota outras providências.

**- Lei Estadual nº 12.863, de 12 de janeiro de 2004.**

Dispõe sobre a obrigatoriedade do recolhimento de pilhas, baterias de telefones celulares, pequenas baterias alcalinas e congêneres, quando não mais aptas ao uso e adota outras providências.

**- Lei Estadual 13.517, de 04 de outubro de 2005.**

Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e estabelece outras providências

**- Lei Estadual nº 14.330, de 18 de janeiro de 2008.**

Institui o programa estadual de tratamento e reciclagem de óleos e gorduras de origem vegetal, animal e de uso culinário.

**- Lei Estadual nº 14.496, de 07 de agosto de 2008.**

Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final das embalagens plásticas de óleos lubrificantes e adota outras providências.

**- Lei Estadual nº 14.675, de 13 de abril de 2009.**

Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.

**- Lei Estadual nº 17.492, de 22 de janeiro de 2018.**

Dispõe sobre a responsabilidade territorial urbana, o parcelamento do solo, e as novas modalidades urbanísticas, para fins urbanos e rurais, no Estado de Santa Catarina e adota outras providências.

**- Decreto nº 6.214, de 27 de dezembro de 2002.**

Regulamenta a lei nº 12.375, de 16 de julho de 2002, que dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final de pneus descartáveis e adota outras providências.

**- Decreto Estadual nº 4.778, de 11 de outubro de 2006.**

Regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos, de domínio do estado, de que trata a Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, e estabelece outras providências.

**- Decreto Estadual nº 1846, de 20 de dezembro de 2018.**

Regulamenta o serviço de abastecimento de água para consumo humano no Estado de Santa Catarina e estabelece outras providências.

**- Resolução CONSEMA nº 250, de 08 de agosto de 2024.**

Aprova, nos termos do inciso XIII, do art. 12, da lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009, a listagem das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, define os estudos ambientais necessários e estabelece outras providências.

**- Resolução CERH nº 001/2008.**

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências.

**- Portaria nº 242/2014 – FATMA – 01.12.2014.**

Dispõe sobre a obrigatoriedade de utilização do Sistema de Controle de Movimentação de Resíduos e Rejeitos no Estado de Santa Catarina e dá outras providências.

**- Portaria IMA nº 21 de 25/01/2019.**

Estabelece as condições de utilização do Sistema de Controle de Movimentação de Resíduos e Rejeitos no Estado de Santa Catarina, complementa a Portaria FATMA nº 242/2014 e revoga integralmente e substitui a Portaria FATMA nº 324 de 11.12.2015.

**- Portaria DIVE/SES nº 421, de 13 de maio de 2016.**

Estabelece o teor ótimo de concentração do íon fluoreto na água destinada ao consumo humano no Estado de Santa Catarina.

### 5.3. ÂMBITO MUNICIPAL

**- Lei Municipal nº 1.322, de 24 de junho de 1998.**

Dispõe sobre os atos de limpeza pública e dá ou traz providências.

**- Lei Municipal nº 1.737, de 11 de novembro de 2003.**

Cria a Autarquia Municipal de Saneamento Básico de Fraiburgo – SANEFRAI e dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 53, de 22 de dezembro de 2003.**

Dispõe a respeito do sistema tributário municipal e as normas gerais de direito tributário aplicáveis ao município.

**- Lei Municipal nº 1.831, de 06 de junho de 2005.**

Altera o artigo 23 da Lei nº 1.737/2003, e dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 1.851, de 01 de setembro de 2005.**

Autoriza o chefe do poder executivo municipal a conceder a exploração de serviços de engenharia sanitária de limpeza urbana no município de Fraiburgo e dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 100, de 18 de dezembro de 2008.**

Confere caráter de lei complementar, altera dispositivos da lei nº 1.737/2003 e dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 2.004, de 17 de março de 2009.**

Autoriza o poder executivo a firmar convênio com empresas e entes públicos, para depósito de lixo urbano e industrial no aterro sanitário municipal e dá outras providências.

**Lei Municipal nº 2.052, de 30 de março de 2010.**

Ratifica o protocolo de intenções e autoriza o ingresso do município de Fraiburgo no consórcio público denominado de Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS), e dá outras providências. (Redação dada pela Lei nº 2359/2017).

**- Lei Municipal nº 2.086, de 23 de dezembro 2010.**

Regulamenta a prestação dos serviços pela Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo – SANEFRAI e dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 2.111, de 27 de setembro de 2011.**

Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico e dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 2.169, de 20 de dezembro de 2012.**

Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico, instrumento da Política Municipal de Saneamento Básico e dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 2.290, de 29 de abril de 2015.**

Altera e consolida a Lei nº 1.971, de 03 de setembro de 2008 que cria o Conselho Municipal de Saúde e dá outras providências.

**- Lei Municipal Ordinária nº 2.298, de 01 de julho de 2015.**

Institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Fraiburgo dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 2.465, de 27 de novembro de 2019.**

Ratifica as alterações realizadas no protocolo de intenções consubstanciado no contrato de Consórcio Público da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS), e dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 322, de 29 de outubro de 2024.**

Dispõe sobre normas relativas às edificações do município de Fraiburgo, Estado de Santa Catarina - Código de edificações, e dá outras providências.

**- Lei Municipal nº 323, de 30 de outubro de 2024.**

Dispõe sobre parcelamento do solo e condomínios edifícios horizontais no Município de Fraiburgo, e dá outras providências.

**- Decreto Municipal nº 42, de 24 de junho de 1998.**

Regulamenta e normatiza a Lei nº1.322/98 de 24 de junho, de 1998, e dá outras providências.

**- Decreto Municipal nº 240, de 23 de novembro de 2015.**

Homologa a revisão do regimento interno, do Conselho Municipal de Saúde - CMS - e dá outras providências.

**- Decreto Municipal nº 296, de 01 de dezembro de 2021.**

Fixa o reajuste de preço de tarifa dos serviços de abastecimento de água e saneamento e autoriza a Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo - SANEFRAI efetivar o reajuste, autorizado pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - ARIS.

**- Decreto Municipal nº 977, de 03 de outubro de 2023.**

Regulamenta as normas de apresentação dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS, em face do disposto na Lei Municipal nº 2298, de 01 de julho de 2015, Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

**- Instrução Normativa SANEFRAI nº 01/2016**

Estabelece diretrizes para solicitação de viabilidade para implantação de loteamentos, condomínios e desmembramentos.

**- Instrução Normativa SANEFRAI nº 02/2016**

Estabelece diretrizes para apresentação de projetos de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial para novos loteamentos, desmembramentos e condomínios.

**- Instrução Normativa SANEFRAI nº 04/2016**

Estabelece padrões para projeto e execução de componentes dos sistemas de esgotamento sanitário em novos loteamentos, desmembramentos e condomínios horizontais.

**- Instrução Normativa SANEFRAI nº 05/2016**

Padroniza os componentes para urbanização dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário em novos loteamentos, desmembramentos e condomínios horizontais.

**- Instrução Normativa SANEFRAI nº 06/2016**

Estabelece padrões para fiscalização e recebimento de obras de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, em novos loteamentos, desmembramentos e condomínios horizontais.

## 6. DIAGNÓSTICO SOCIAL

Este Diagnóstico apresenta a atualização e revisão dos itens: demografia, economia, educação, saúde e habitação, descritos pelo PMSB de 2012, com os dados mais recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, do Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN, do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde – CNES, do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados – CAGED, do Departamento de Informática do SUS – DATASUS, Diretoria de Vigilância Epidemiológica – DIVE da Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina e das Secretarias Municipais de Fraiburgo.

### 6.1. ASPECTOS POPULACIONAIS

O território de Fraiburgo foi inicialmente habitado por povos indígenas há mais de 4.000 anos, sendo as tribos Kaingang e Xokleng as mais recentes (SEBRAE, 2010).

Da segunda metade do século XIX em diante, a região começou a ser habitada por famílias brasileiras oriundas da Revolução Farroupilha (1835-1845), Guerra do Paraguai (1864-1870) e Revolução Federalista (1893-1895). Vale destacar neste período, a ocorrência do primeiro conflito da Guerra do Contestado na localidade de Taquaruçu, hoje pertencente à Fraiburgo e um dos seus mais antigos povoados.

As primeiras fazendas surgiram no século XIX, e duas delas tiveram importante papel no surgimento de Fraiburgo: Fazenda Butiá Verde e a Fazenda Liberata. Na época, a divisa entre as duas não estava bem definida, gerando dúvidas sobre quem seria o verdadeiro proprietário do terreno. Isto acabou criando conflitos e a área entre as fazendas passou a ser conhecida como "Campo da Dúvida" (FRAIBURGO, sem data).

A família Frey, originária da Alsácia, chegou à região em 1919 atraída pelo ciclo de exploração da madeira e instalou uma serraria na região, foram eles os responsáveis pela abertura das primeiras ruas e construção de uma barragem que deu origem ao Lago das Araucárias.

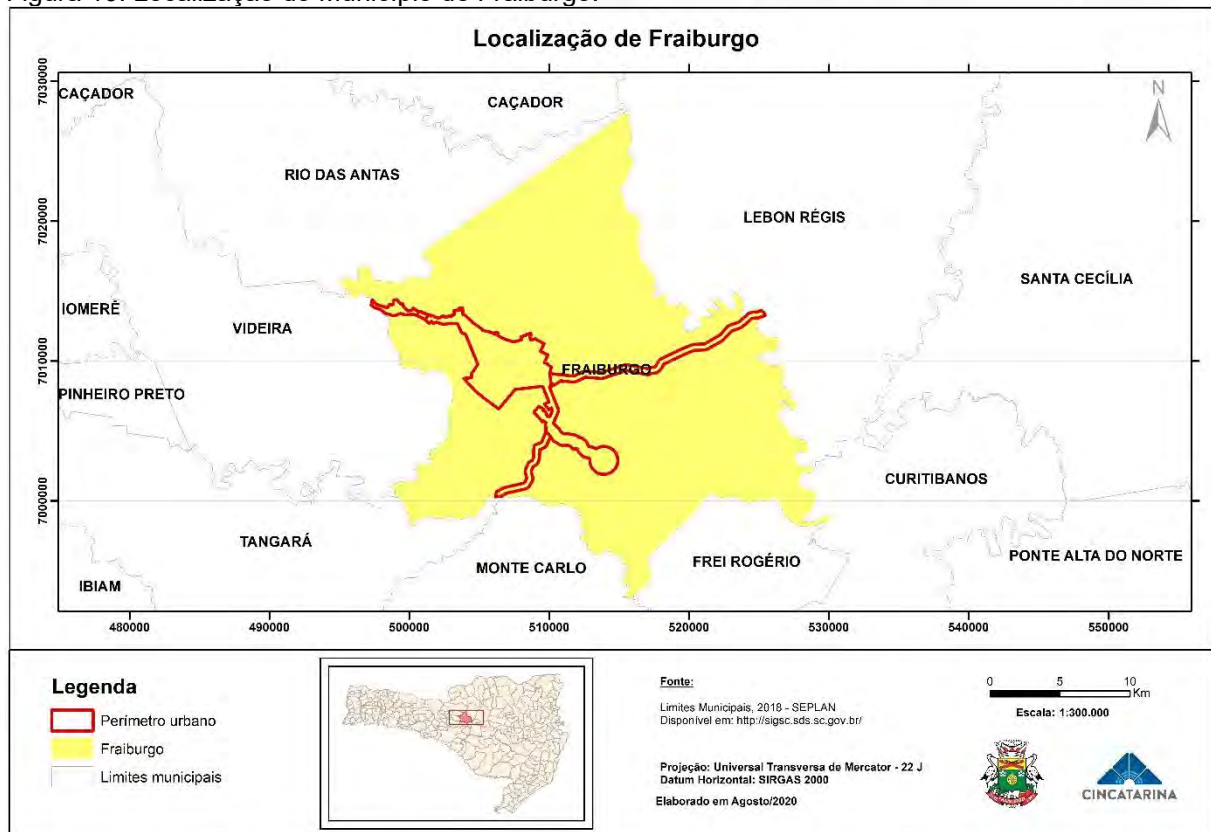
A região se desenvolveu rapidamente e se tornou distrito em 1949 e cidade em 1961, desmembrando-se de Videira e Curitiba. Com a diminuição das matas

devido à exploração da madeira, os colonizadores começaram a buscar alternativas econômicas.

Na busca por alternativas, iniciou-se a produção de mudas frutíferas europeias, movimento que deu início à transformação da economia municipal. A maçã foi a fruta que melhor se adaptou ao clima da região, sendo que o crescimento vertiginoso da fruticultura elevou Fraiburgo ao título de Capital Brasileira da Maçã, tendo mais tarde sido batizada como Terra da Maçã (GUIA DO TURISMO BRASIL, sem data).

O município faz parte da Associação dos Municípios do Alto Vale do Rio do Peixe (AMARP), sendo sua localização ilustrada na Figura 10.

Figura 10: Localização do Município de Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 1, é possível observar as principais informações gerais do município de Fraiburgo.

Tabela 1: Aspectos Gerais e Históricos de Fraiburgo.

Aspectos Gerais e Históricos	
<b>Localização – Mesorregião IBGE</b>	Oeste Catarinense
<b>Associação de Municípios</b>	AMARP – Associação dos Municípios do Alto Vale do Rio do Peixe

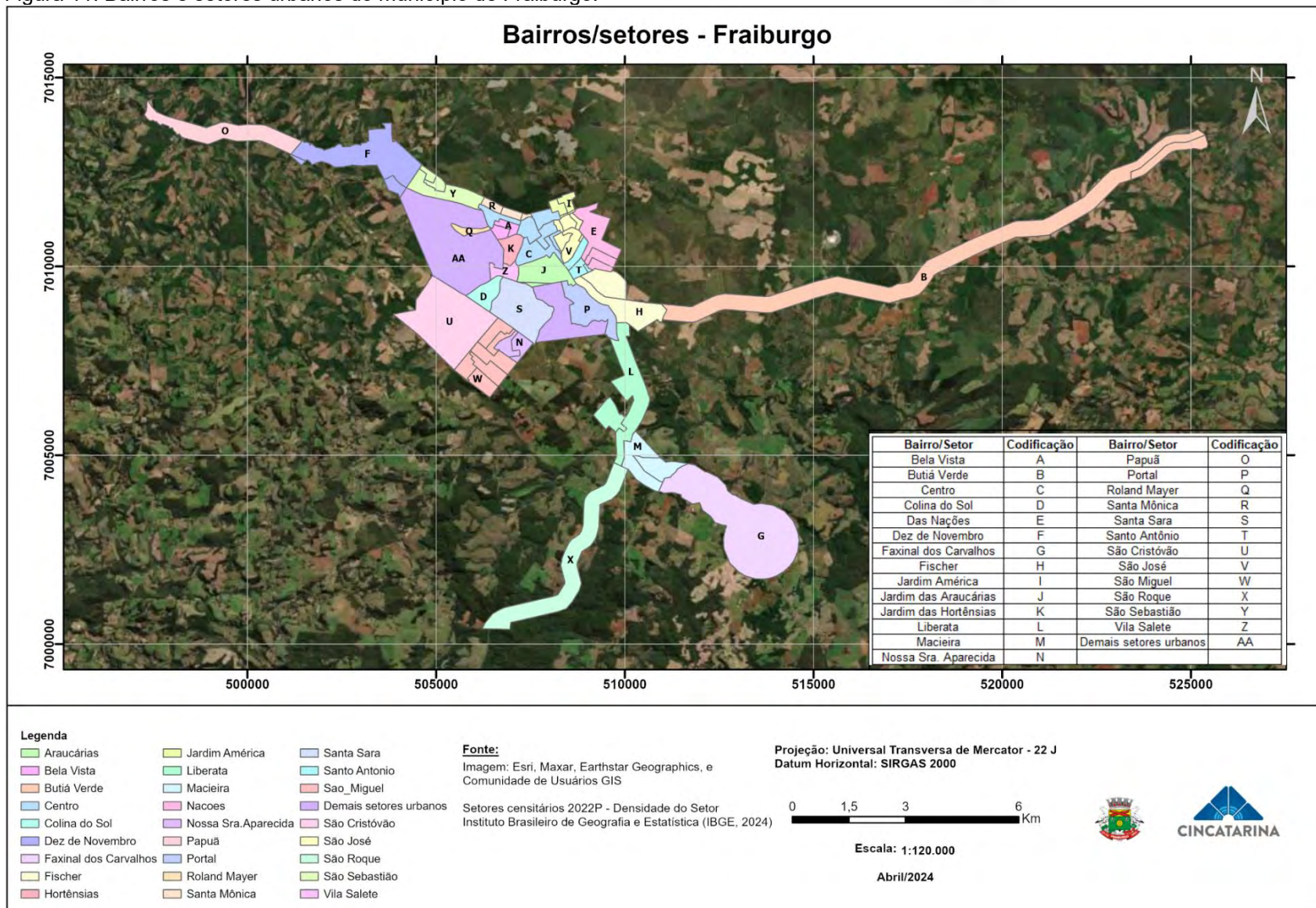
Aspectos Gerais e Históricos	
<b>Área Territorial (Km<sup>2</sup>)</b>	547,1
<b>Distância da Capital (Km)</b>	317
<b>Altitude (m)</b>	1.048
<b>População Censo 2010</b>	34.553 habitantes
<b>População Censo 2022</b>	33.481 habitantes
<b>Densidade demográfica 2010 (hab/Km<sup>2</sup>)</b>	63,15
<b>Densidade demográfica 2022 (hab/Km<sup>2</sup>)</b>	60,96
<b>Data da Fundação</b>	29 de dezembro de 1961
<b>Gentílico</b>	Fraiburguense
<b>Número de Eleitores (julho/2022)</b>	27.947
<b>Principais atividades econômicas</b>	Produção de lavouras permanentes, fabricação de papel e abate e fabricação de produtos de carne

Fontes: SEBRAE (2010); IBGE (2010-2024); TSE(2024).

O município de Fraiburgo possuía, em 2022, 72 setores censitários<sup>2</sup>, sendo 63 deles urbanos e 9 sendo classificados como setores censitários rurais. Os setores urbanos compõem vinte e cinco bairros, distribuídos espacialmente, de acordo com a Figura 11.

<sup>2</sup> O setor censitário é a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador. Assim sendo, cada recenseador procederá à coleta de informações tendo como meta a cobertura do setor censitário que lhe é designado (IBGE, 2024).

Figura 11: Bairros e setores urbanos do município de Fraiburgo.



### 6.1.1. Taxas de crescimento

As taxas médias de crescimento dos últimos dois censos demográficos para o país, estado de Santa Catarina e município de Fraiburgo estão apresentadas na Tabela 2. Através da tabela, é possível observar que o estado de Santa Catarina apresentou crescimento superior à média nacional, enquanto o município de Fraiburgo registrou um leve declínio em sua população.

Tabela 2: Crescimento Populacional no município de Fraiburgo.

	Censo 2010	Censo 2022	Crescimento Populacional	Taxa de Crescimento Anual (%)
<b>Brasil</b>	190.755.799	203.080.756	12.324.957	0,52
<b>Santa Catarina</b>	6.249.682	7.610.361	1.360.679	1,66
<b>Fraiburgo</b>	34.553	33.481	-1.072	-0,26
<b>Fraiburgo (Sede Urbana)</b>	30.291	29.500	-791	-0,22
<b>População Rural</b>	4.262	3.981	-281	-0,57

Fonte: IBGE (2024).

Vale destacar que, conforme destacam Cassaniga e Dametto (2023), Santa Catarina já vem há algumas décadas experimentado um processo de transformação no que se refere à distribuição populacional. Com o passar dos anos, o fenômeno denominado “litoralização” tem se intensificado em função do movimento de pessoas do interior do estado para as regiões mais próximas ao litoral.

A Tabela 3 apresenta as taxas médias de crescimento populacional entre os levantamentos do IBGE desde 1970 para o município de Fraiburgo.

Tabela 3: Taxas médias de crescimento populacional.

Levantamentos IBGE	Censos e Contagem							
	1970	1980	1991	1996	2000	2007	2010	2022
<b>Total Urbana</b>	3.755	9.009	19.685	24.502	27.623	30.078	30.291	29.500
<b>% anual de cresc.</b>	-	9,14%	7,36%	4,47%	3,04%	1,22%	0,24%	-0,22%
<b>Total Rural</b>	6.393	6.022	6.964	5.763	5.325	4.811	4.262	3.981
<b>% anual de cresc.</b>	-	-0,60%	1,33%	-3,71%	-1,95%	-1,44%	-3,96%	-0,57%
<b>Total Município</b>	10.148	15.031	26.649	30.265	32.948	34.889	34.553	33.481
<b>% anual de cresc.</b>	-	4,00%	5,34%	2,57%	2,14%	0,82%	-0,32%	-0,26%

Fonte: IBGE (2024).

### 6.1.2. Distribuição da população

O município de Fraiburgo tem registros oficiais de sua população desde o censo demográfico de 1970. Através da Tabela 4, é possível observar que, até o ano de 2007, o município experimentou um crescimento significativo, atingindo uma população de 34.889 habitantes. No entanto, a partir desse ano, os levantamentos passaram a indicar uma tendência de leve declínio na população.

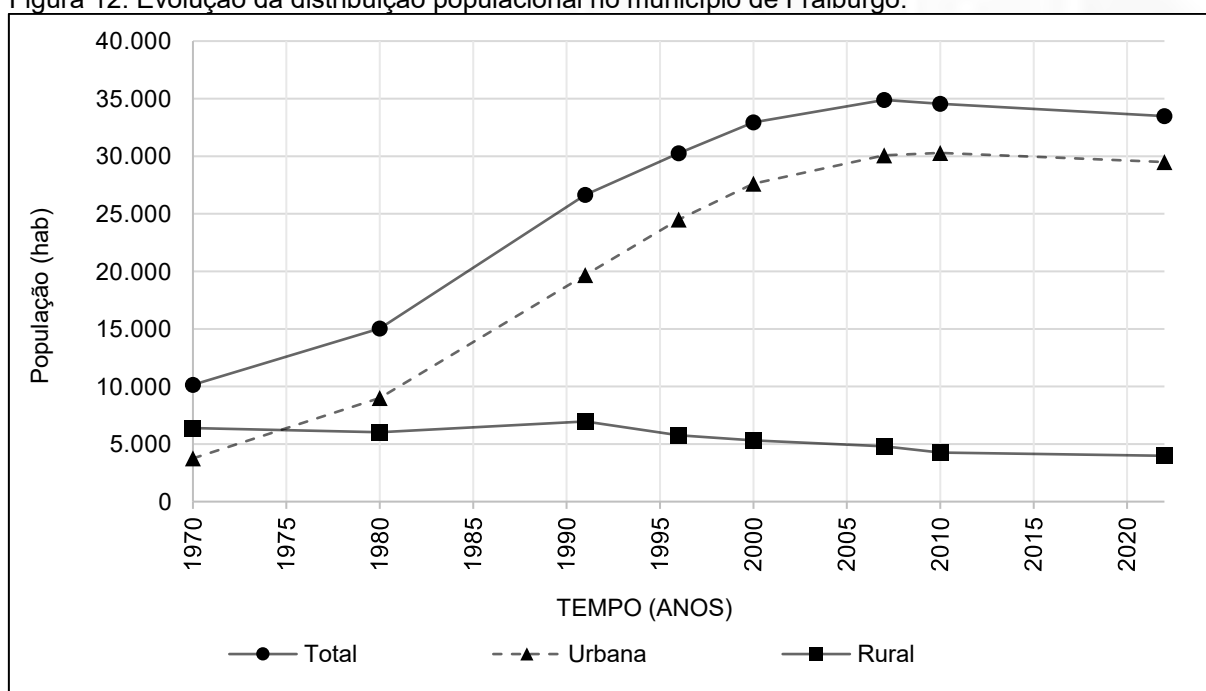
Tabela 4: População residente por situação de domicílio em Fraiburgo.

Situação do domicílio	Censo 1970	Censo 1980	Censo 1991	Contagem 1996	Censo 2000	Contagem 2007	Censo 2010	Censo 2022
<b>Urbana</b>	3.755	9.009	19.685	24.502	27.623	30.078	30.291	29.500
<b>Rural</b>	6.393	6.022	6.964	5.763	5.325	4.811	4.262	3.981
<b>Total</b>	10.148	15.031	26.649	30.265	32.948	34.889	34.553	33.481

Fonte: IBGE (2024).

Considerando a população registrada no censo demográfico de 1970 e a população levantada no Censo 2022, observa-se que a população total cresceu a uma taxa média anual de 2,32%, totalizando 229,9% de aumento no período estudado. É relevante destacar o processo de urbanização que ocorreu ao longo dos anos, com a população urbana registrando um crescimento anual de 4,04% entre 1970 e 2022, enquanto a população rural apresentou um decréscimo de 0,91% ao ano. A evolução da distribuição da população no município de Fraiburgo é apresentada na Figura 12.

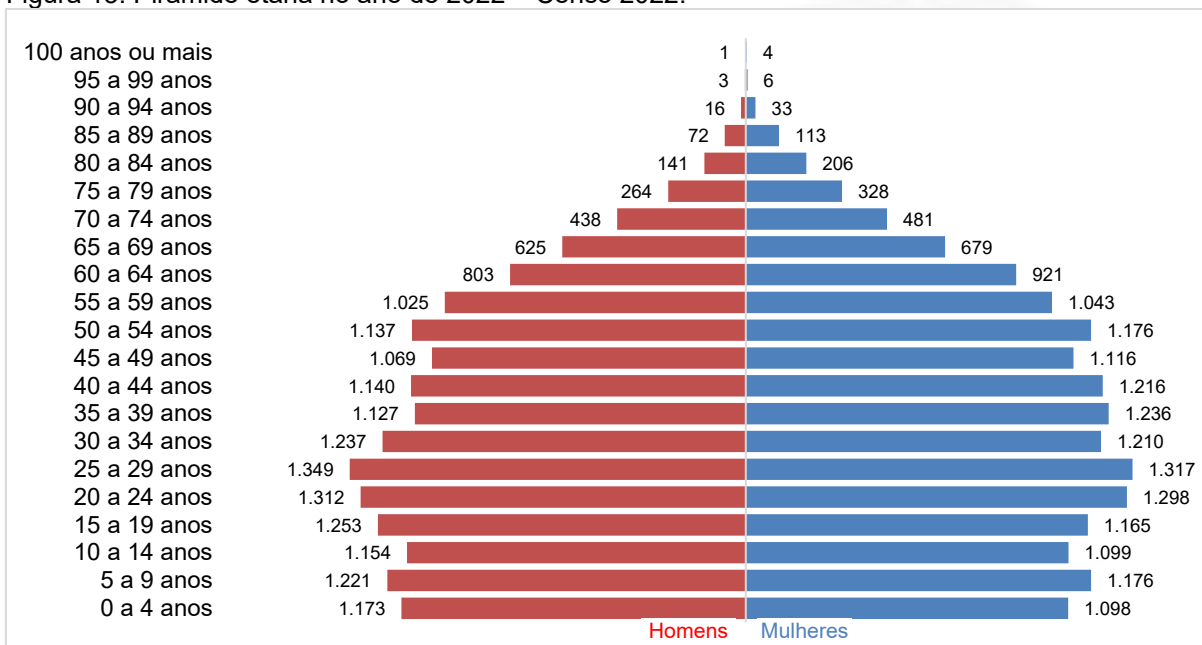
Figura 12: Evolução da distribuição populacional no município de Fraiburgo.



Fonte: IBGE (2024).

Considerando a distribuição populacional por sexo, segundo dados extraídos do Censo 2022, naquele ano, as mulheres representavam 50,54% da população (IBGE, 2024). Na Figura 13, é possível observar os detalhes da distribuição populacional urbana segundo faixa etária e sexo no município.

Figura 13: Pirâmide etária no ano de 2022 – Censo 2022.



Fonte: IBGE (2024).

### 6.1.3. Densidade demográfica

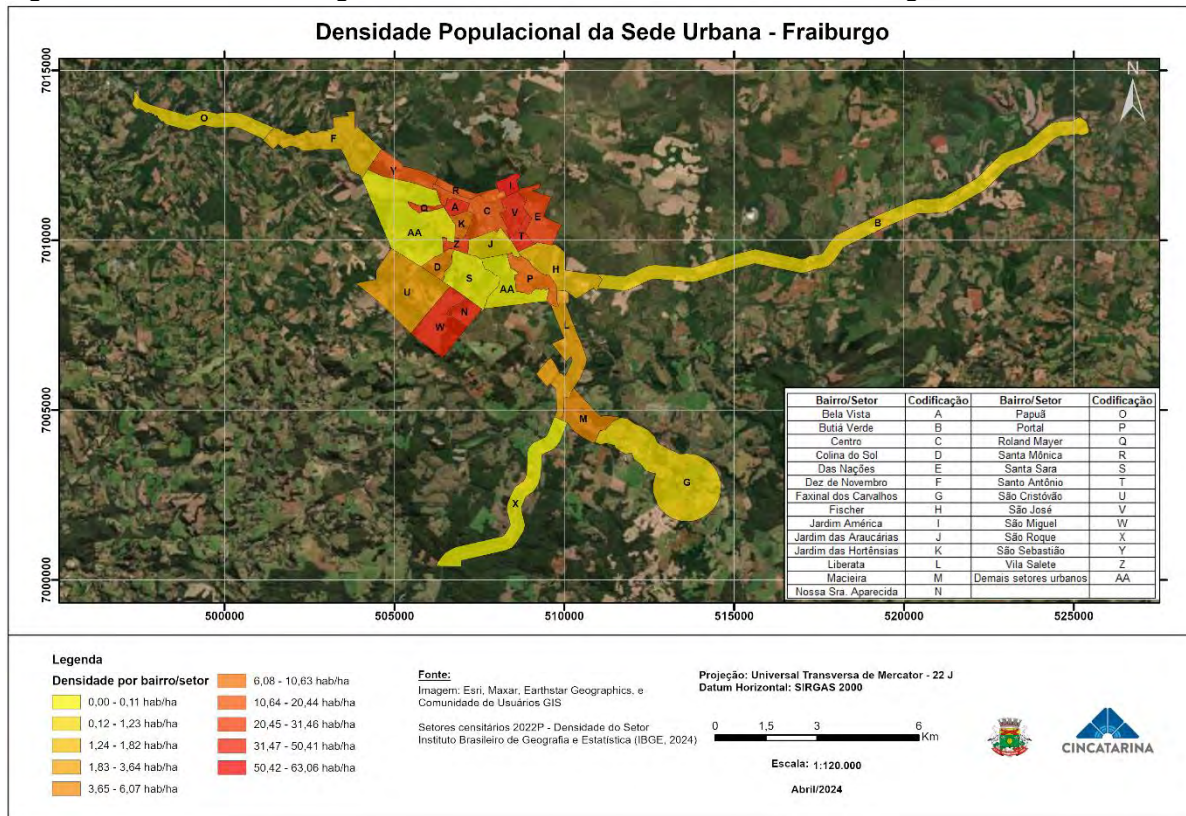
A densidade demográfica municipal é a relação entre o número de habitantes e a área do município. Já a densidade demográfica urbana expressa o número total de pessoas residindo na área urbana dividida pela referida área de ocupação.

As densidades são de extrema importância para o planejamento municipal, pois são utilizadas no dimensionamento e localização de infraestruturas, dos equipamentos sociais e de serviços públicos, cita-se: esgoto, luz, água, escolas, transporte coletivo, parques, área de lazer e outros. Baseado nas informações populacionais do Censo demográfico de 2022, Fraiburgo possui uma densidade demográfica de 0,61 hab/ha.

A densidade demográfica por bairro foi calculada a partir da malha censitária preliminar do Censo 2022 do IBGE, com os dados referentes ao ano de 2022, e a delimitação de bairros do Município, conforme a Lei Municipal nº 2.435/2019. Em 2022, o bairro Jardim América apresentava a maior densidade com 63,06 hab/ha. A

representação das densidades demográficas do município apresenta-se de acordo com a Figura 14.

Figura 14: Densidade demográfica nos bairros e setores urbanos de Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria.

As densidades demográficas dos bairros e setores de Fraiburgo são apresentadas através da Tabela 5.

Tabela 5: Densidade Demográfica dos bairros/setores de Fraiburgo.

Bairro	Habitantes	Área (ha)	Taxa de Ocupação (hab/ha)
<b>Bela Vista</b>	1.253	0,27	46,00
<b>Butiá Verde</b>	137	6,61	0,21
<b>Centro</b>	2.354	1,48	15,89
<b>Colina do Sol</b>	264	0,44	6,07
<b>Das Nações</b>	2.763	1,20	23,07
<b>Dez de Novembro</b>	451	2,48	1,82
<b>Faxinal dos Carvalhos</b>	443	4,93	0,90
<b>Fischer</b>	300	1,70	1,76
<b>Demais setores urbanos</b>	63	5,75	0,11
<b>Jardim América</b>	1.850	0,29	63,06
<b>Jardim das Araucárias</b>	107	0,87	1,23
<b>Jardim das Hortênsias</b>	360	0,34	10,63
<b>Liberata</b>	760	2,09	3,64

Bairro	Habitantes	Área (ha)	Taxa de Ocupação (hab/ha)
<b>Macieira</b>	716	1,23	5,82
<b>Nossa Sra. Aparecida</b>	2.283	0,45	50,41
<b>Papuã</b>	83	1,67	0,50
<b>Portal</b>	927	1,01	9,14
<b>Roland Mayer</b>	461	0,15	31,46
<b>Santa Mônica</b>	544	0,27	20,44
<b>Santa Sara</b>	7	1,64	0,04
<b>Santo Antônio</b>	1.500	0,36	42,17
<b>São Cristóvão</b>	945	3,23	2,93
<b>São José</b>	2.486	0,66	37,55
<b>São Miguel</b>	6.192	1,69	36,64
<b>São Roque</b>	0	2,69	0,00
<b>São Sebastião</b>	1.648	0,97	17,02
<b>Vila Salete</b>	603	0,26	23,05
<b>Rural</b>	3.981	504,47	0,08
<b>TOTAL</b>	33.481	549,19	0,61

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2024).

O bairro mais populoso do município em 2022, conforme Censo demográfico 2022, era o São Miguel, com 6.192 habitantes.

#### 6.1.4. Domicílios

Domicílio, de acordo com o IBGE (2024), “é o local estruturalmente separado e independente que se destina a servir de habitação a uma ou mais pessoas, ou que esteja sendo utilizado como tal”. Para definir a existência de mais de um domicílio em uma mesma propriedade ou terreno, o IBGE adota os critérios de separação e independência, que devem ser atendidos simultaneamente.

O conhecimento sobre os domicílios é importante para traçar a caracterização de uma área e dimensionar as suas demandas. Na Tabela 6, é possível observar a evolução do número de domicílios no município de Fraiburgo no período entre os anos de 2010 e 2022. Através da tabela, é possível verificar que, apesar do declínio populacional observado no item 6.1.1, houve um aumento de aproximadamente 2 mil domicílios nesse período. Quanto à espécie de ocupação desses domicílios, observa-se que houve um aumento da proporção de domicílios vagos ou de uso ocasional, passando de 9,36%, em 2010, para 12,52%, em 2022.

Tabela 6: Número de domicílios, por espécie de ocupação, nos anos de 2010 e 2022.

Espécie	Número de domicílios	
	2010 <sup>1</sup>	2022
<b>Total</b>	11.597	13.631
<b>Particular</b>	11.586	13.627
<b>Particular permanente ocupado</b>	10.501	11.916
<b>Particular permanente não ocupado - vago</b>	862	1.241
<b>Particular permanente não ocupado – uso ocasional</b>	223	466
<b>Particular improvisado</b>	-	4
<b>Coletivo</b>	11	4

<sup>1</sup> Dados da Sinopse. Fonte: IBGE (2024).

### 6.1.5. Taxa de ocupação

A taxa de ocupação dos domicílios particulares ocupados ou média de moradores em domicílios particulares ocupados representa a razão entre o número de moradores em domicílios particulares ocupados e a quantidade de domicílios particulares ocupados<sup>3</sup>.

O conhecimento sobre a taxa de ocupação de um local é bastante importante para a caracterização de uma área e para o planejamento das infraestruturas de saneamento básico.

Considerando as informações populacionais do Censo de 2022, Fraiburgo possuía, em 2022, uma média de 2,81 moradores por domicílio, uma redução de 14,59% em relação à taxa de ocupação observada em 2010, quando a taxa média era de 3,29 hab/dom, indicando um cenário de mudança nas estruturas das famílias do município.

Na Tabela 7, são apresentadas as taxas de ocupação, por bairro, registradas no ano de 2022 de acordo com os dados do IBGE (2024).

Tabela 7: Taxa de ocupação por situação em bairros/setores.

Situação	Habitantes	Domicílios particulares ocupados	Taxa de Ocupação (hab/dom)
<b>Bela Vista</b>	1.253	471	2,66
<b>Butiá Verde</b>	137	46	2,98
<b>Centro</b>	2.354	937	2,51
<b>Colina do Sol</b>	264	92	2,87

<sup>3</sup> Domicílio Particular Ocupado = Domicílio Particular Permanente Ocupado e Domicílio Particular Improvisado Ocupado

Situação	Habitantes	Domicílios particulares ocupados	Taxa de Ocupação (hab/dom)
<b>Das Nações</b>	2.763	1.014	2,72
<b>Dez de Novembro</b>	451	148	3,05
<b>Faxinal dos Carvalhos</b>	443	163	2,72
<b>Fischer</b>	300	103	2,91
<b>Demais setores urbanos</b>	63	24	2,63
<b>Jardim América</b>	1.841	667	2,76
<b>Jardim das Araucárias</b>	107	43	2,49
<b>Jardim das Hortênsias</b>	360	125	2,88
<b>Liberata</b>	760	254	2,99
<b>Macieira</b>	716	308	2,32
<b>Nossa Sra. Aparecida</b>	2.283	720	3,17
<b>Papuã</b>	83	34	2,44
<b>Portal</b>	927	326	2,84
<b>Roland Mayer</b>	461	137	3,36
<b>Santa Mônica</b>	544	206	2,64
<b>Santa Sara</b>	7	2	3,50
<b>Santo Antônio</b>	1.500	550	2,73
<b>São Cristóvão</b>	945	309	3,06
<b>São José</b>	2.486	945	2,63
<b>São Miguel</b>	6.192	2.079	2,98
<b>São Sebastião</b>	1.648	589	2,80
<b>Vila Salete</b>	603	236	2,56
<b>Rural</b>	3.981	1.392	2,86
<b>TOTAL</b>	33.472	11.920	2,81

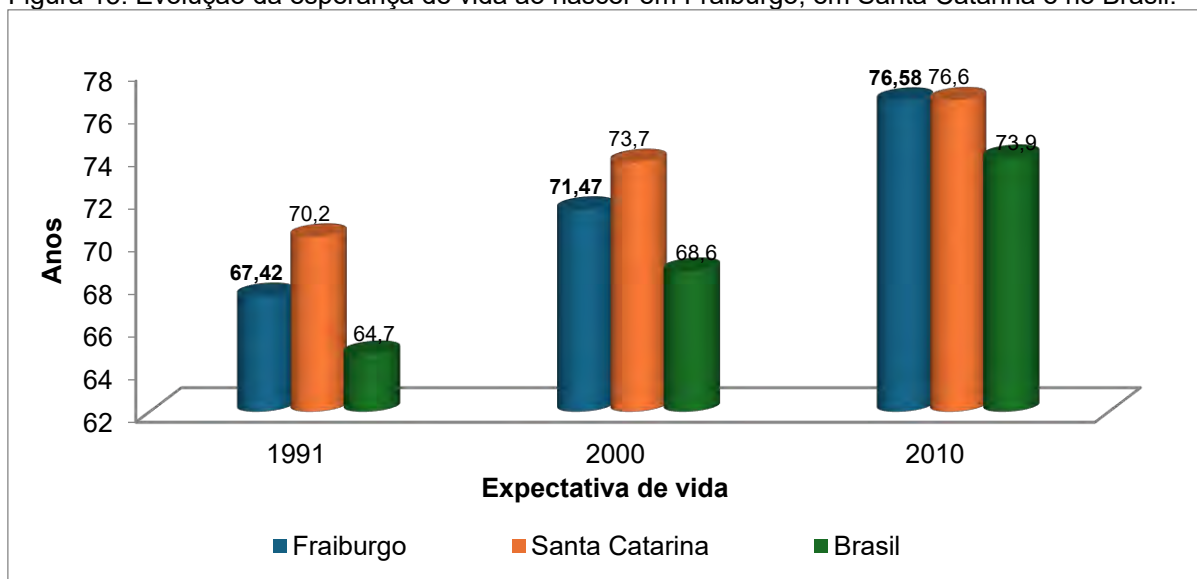
Fonte: IBGE (2024).

### 6.1.6. Esperança de vida ao nascer

A expectativa de vida é um índice (número médio) que representa quantos anos se espera que um grupo de indivíduos nascidos no mesmo ano possa viver quando nasce. É um indicador utilizado para compor o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

No município, a esperança de vida ao nascer aumentou 5,1 anos entre 2000 e 2010, atingindo 76,6 anos, valor superior à média nacional, que em 2010 era de 73,9 anos (PNUD, Ipea, FJP, 2013). A Figura 15 apresenta a evolução da expectativa de vida em Fraiburgo, no estado de Santa Catarina e no Brasil.

Figura 15: Evolução da esperança de vida ao nascer em Fraiburgo, em Santa Catarina e no Brasil.



Fonte: PNUD, Ipea, FJP (2013).

### 6.1.7. Taxa de Fecundidade Total

Taxa que representa o número médio de filhos nascidos vivos, tidos por uma mulher ao final do seu período reprodutivo, na população residente de determinado espaço geográfico, no ano considerado. A taxa de fecundidade total é obtida pelo somatório das taxas específicas de fecundidade para as mulheres residentes de 15 a 49 anos de idade.

A taxa de fecundidade no Brasil vem experimentando uma significativa redução ao longo das últimas décadas, um fenômeno que tem impactado profundamente a estrutura demográfica e social do país. Esse declínio na taxa de fecundidade trouxe consigo uma série de mudanças e desafios para a sociedade brasileira, especialmente pelo rápido envelhecimento populacional (CAMARANO, 2014).

Conforme projeção do IBGE (2018), a taxa de fecundidade do Brasil em 2030 deve chegar a 1,76 filhos/mulher, taxa significativamente menor que a taxa de reposição de 2,1 filhos/mulher, considerada a taxa capaz de assegurar a reposição populacional.

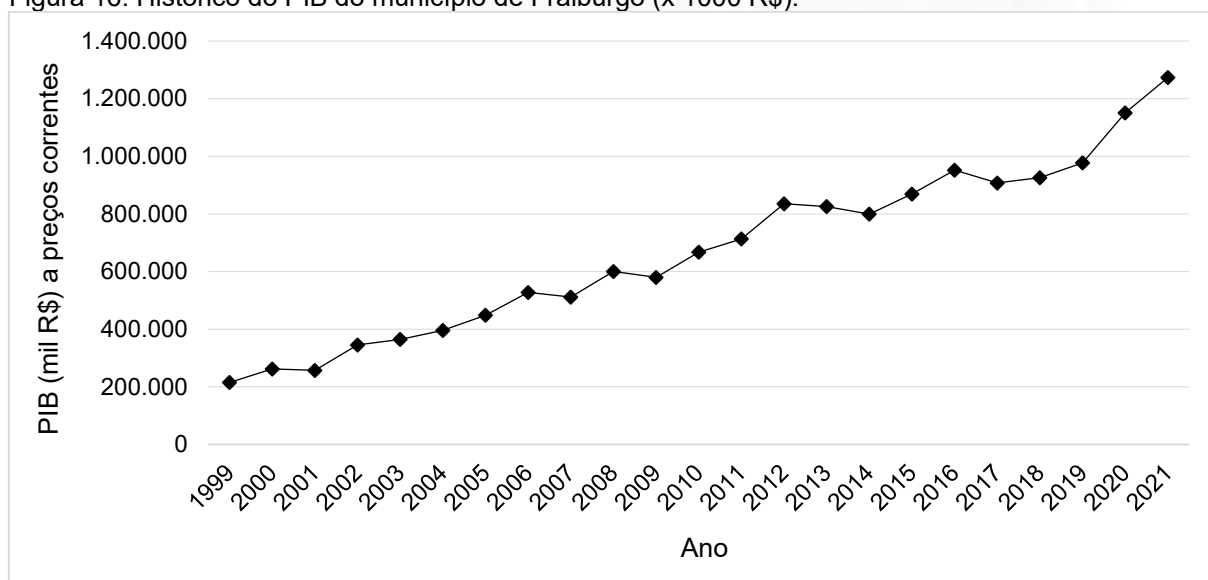
Em relação ao município de Fraiburgo, segundo dados do Atlas do Desenvolvimento (PNUD, Ipea, FJP, 2013), o número de filhos por mulher vem diminuindo no município, seguindo a mesma tendência de outros municípios catarinenses. Em 2010, a taxa de fecundidade total do município era de 2,50 filhos/mulher, em 2000 era de 2,57 e em 1991, 2,64 filhos/mulher.

## 6.2. ECONOMIA

### 6.2.1. PIB

O Produto Interno Bruto (PIB) é o principal indicador usado para mensurar o crescimento econômico dos países, estados e municípios. O PIB representa a soma, em valores monetários, dos bens e serviços finais produzidos em um período. Para calcular o valor final desses bens e serviços produzidos, o IBGE deduz o valor estimado das matérias-primas adquiridas de outros setores, para que um mesmo produto não seja contabilizado duplamente. Na Figura 16, pode-se observar os valores do PIB do município entre os anos de 1999 e 2021.

Figura 16: Histórico do PIB do município de Fraiburgo (x 1000 R\$).



Fonte: IBGE (2024).

O município de Fraiburgo apresentou um crescimento anual do PIB de 8,41% entre os anos de 1999 e 2021, atingindo uma evolução de 492,08%. O PIB municipal do ano de 2021 foi de R\$ 907.522.100,00, ocupando a 51ª posição entre os municípios do Estado de Santa Catarina.

Na Tabela 8, pode-se verificar a evolução do valor do Produto Interno Bruto municipal.

Tabela 8: Valor do Produto Interno Bruto (PIB) em Fraiburgo.

Ano	PIB (mil R\$)	Ranking Estadual
2010	667.227,00	39º
2011	713.380,00	41º
2012	835.217,00	39º
2013	825.667,00	47º
2014	799.594,94	50º
2015	869.130,60	46º
2016	952.107,26	45º
2017	907.570,32	51º
2018	925.961,68	54º
2019	977.385,42	63º
2020	1.150.973,01	53º
2021	1.273.453,50	55º

Fonte: IBGE Cidades (2024).

Em relação ao PIB *per capita* municipal, esse apresentou crescimento de 5,47 % ao ano, totalizando 79,59% entre os anos de 2010 e 2021. O PIB *per capita* municipal, ocupava em 2021 a 221ª posição entre os municípios catarinenses, com PIB *per capita* de R\$ 34.677.270,00.

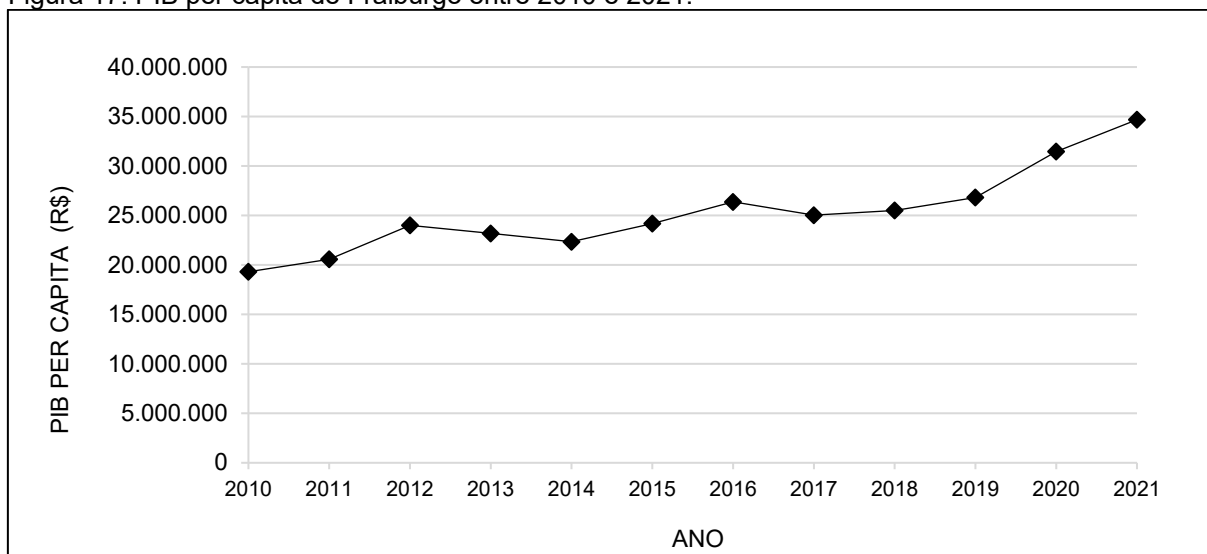
A série histórica entre os anos de 2010 e 2021, para o município de Fraiburgo está apresentada na Tabela 9 e Figura 17.

Tabela 9: Valor do Produto Interno Bruto (PIB) per capita em Fraiburgo.

Ano	PIB per capita (R\$)	Ranking Estadual
2010	19.309.130,00	119º
2011	20.572.130,00	131º
2012	24.003.240,00	117º
2013	23.181.180,00	162º
2014	22.346.910,00	184º
2015	24.181.480,00	152º
2016	26.372.700,00	165º
2017	25.028.830,00	189º
2018	25.509.290,00	204º
2019	26.819.570,00	246º
2020	31.461.100,00	200º
2021	34.677.270,00	221º

Fonte: IBGE Cidades (2024).

Figura 17: PIB per capita de Fraiburgo entre 2010 e 2021.

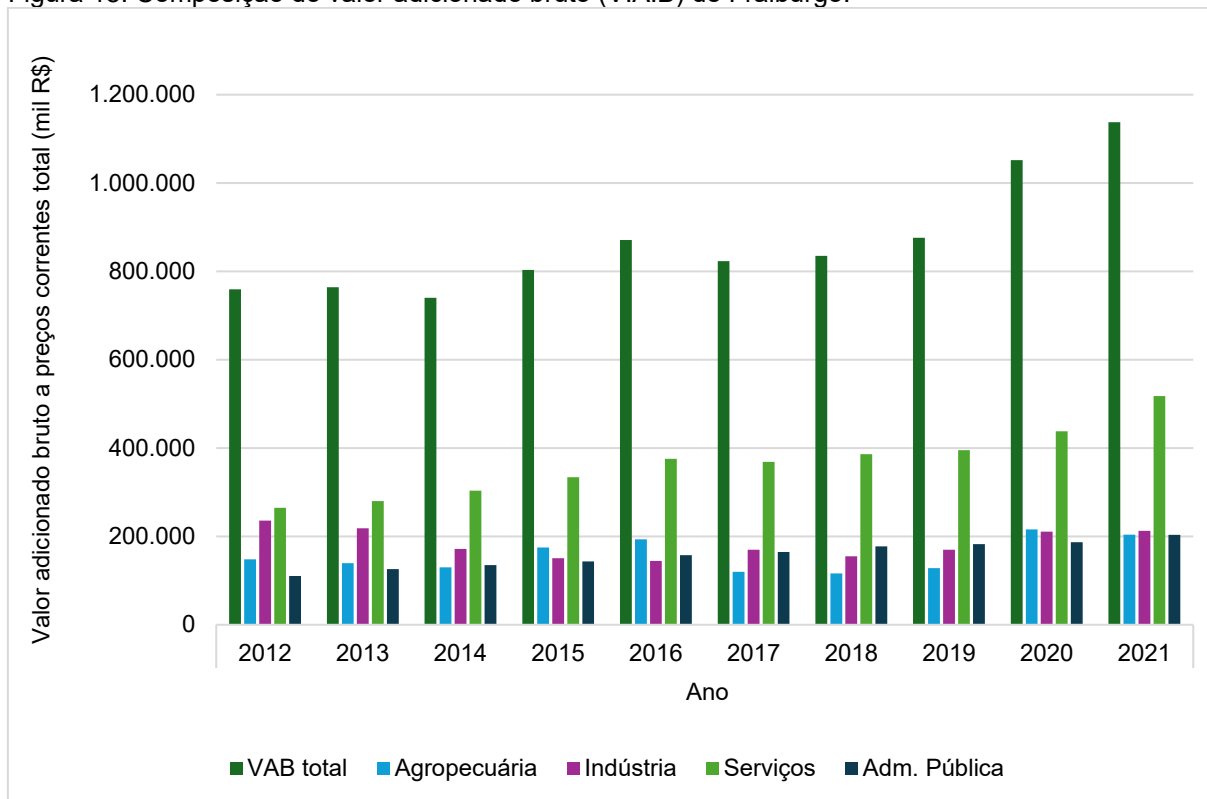


Fonte: IBGE Cidades (2024).

Segundo IBGE (2023), o valor adicionado bruto corresponde ao “valor que a atividade agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo. É a contribuição ao produto interno bruto pelas diversas atividades econômicas, obtida pela diferença entre o valor bruto da produção e o consumo intermediário absorvido por essas atividades.”

A participação dos setores econômicos no VAB (Valor Adicionado Bruto) do município de Fraiburgo está dividida conforme a Figura 18. Na avaliação dos setores econômicos do município, no ano de 2021, o setor de serviços foi o que teve a maior contribuição para a composição do Valor adicionado bruto do município, com 45,51%. Os demais setores tiveram contribuição semelhante entre si, a contribuição da indústria foi de 18,68%, da agropecuária foi de 17,91% e da administração pública 17,90%.

Figura 18: Composição do valor adicionado bruto (V.A.B) de Fraiburgo.



Fonte: IBGE (2024).

### 6.2.2. Renda

A distribuição da renda através dos setores se dá de acordo com o apresentado na Tabela 10, cuja pesquisa foi realizada no censo de 2010.

Tabela 10: Distribuição de Renda por bairros/setores.

Bairro/setor	Renda	Domicílios <sup>4</sup>	Renda/domicílio.mês
<b>Bela Vista</b>	R\$ 1.374.211,00	575	R\$ 2.389,93
<b>Butiá Verde</b>	R\$ 393.674,00	321	R\$ 1.226,40
<b>Centro</b>	R\$ 2.397.157,00	730	R\$ 3.283,78
<b>Das Nações</b>	R\$ 1.716.671,00	739	R\$ 2.322,96
<b>Dez de Novembro<sup>4</sup></b>	R\$ 169.143,00	102	R\$ 1.658,26
<b>Faxinal dos Carvalhos</b>	R\$ 160.962,00	153	R\$ 1.052,04
<b>Fischer*</b>	R\$ 94.007,00	58	R\$ 1.620,81
<b>Fraiburgo (demais setores urbanos)<sup>4</sup></b>	R\$ 50.138,00	30	R\$ 1.671,27
<b>Jardim América</b>	R\$ 1.011.609,00	596	R\$ 1.697,33
<b>Jardim das Araucárias<sup>4</sup></b>	-	-	-

<sup>4</sup> As informações de renda de alguns setores não foram disponibilizadas pelo IBGE, assim, só estão sendo considerados os domicílios cujas rendas foram divulgadas.

Bairro/setor	Renda	Domicílios <sup>4</sup>	Renda/domicílio.mês
<b>Jardim das Hortênsias</b>	R\$ 489.220,00	94	R\$ 5.204,47
<b>Liberata</b>	R\$ 449.667,00	360	R\$ 1.249,08
<b>Papuã</b>	R\$ 92.500,00	29	R\$ 3.189,66
<b>Roland Mayer</b>	R\$ 169.744,00	109	R\$ 1.557,28
<b>Santa Mônica</b>	R\$ 391.204,00	152	R\$ 2.573,71
<b>Santo Antônio</b>	R\$ 1.246.519,00	548	R\$ 2.274,67
<b>São Cristóvão</b>	R\$ 282.000,00	236	R\$ 1.194,92
<b>São José</b>	R\$ 2.422.839,00	1.015	R\$ 2.387,03
<b>São Miguel</b>	R\$ 3.329.127,00	2.571	R\$ 1.294,88
<b>São Sebastião</b>	R\$ 967.710,00	574	R\$ 1.685,91
<b>Vila Salete</b>	R\$ 419.422,00	219	R\$ 1.915,17
<b>Rural<sup>4</sup></b>	R\$ 1.391.768,00	1.227	R\$ 1.134,29
<b>TOTAL</b>	R\$ 19.019.292,00	10.438	R\$ 1.822,12

Fonte: IBGE (2010).

Como os dados apresentados são do levantamento realizado pelo IBGE em 2010, destaca-se que o salário-mínimo da época da pesquisa era de R\$ 510,00.

A proporção de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar per capita maior que 70,00 e inferior a R\$ 140,00 (a preços de agosto de 2010), passou de 21,98%, em 1991, para 19,64%, em 2000, e para 9,14%, em 2010.

O Índice de Gini foi criado pelo matemático italiano Conrado Gini, e é um instrumento que serve para medir o grau de concentração de renda de um determinado grupo. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos, quanto mais próximo de 1 for o índice, maior a desigualdade de renda do local.

A evolução da desigualdade de renda nesses dois períodos pode ser descrita através do Índice de Gini, que passou de 0,49, em 1991, para 0,56, em 2000, e para 0,48, em 2010. (PNUD, Ipea. FJP, 2013). A evolução dos índices de pobreza no município entre os anos de 1991 e 2010 é apresentada na Tabela 11.

Tabela 11: Evolução dos índices de pobreza em Fraiburgo entre os anos de 1991 e 2010.

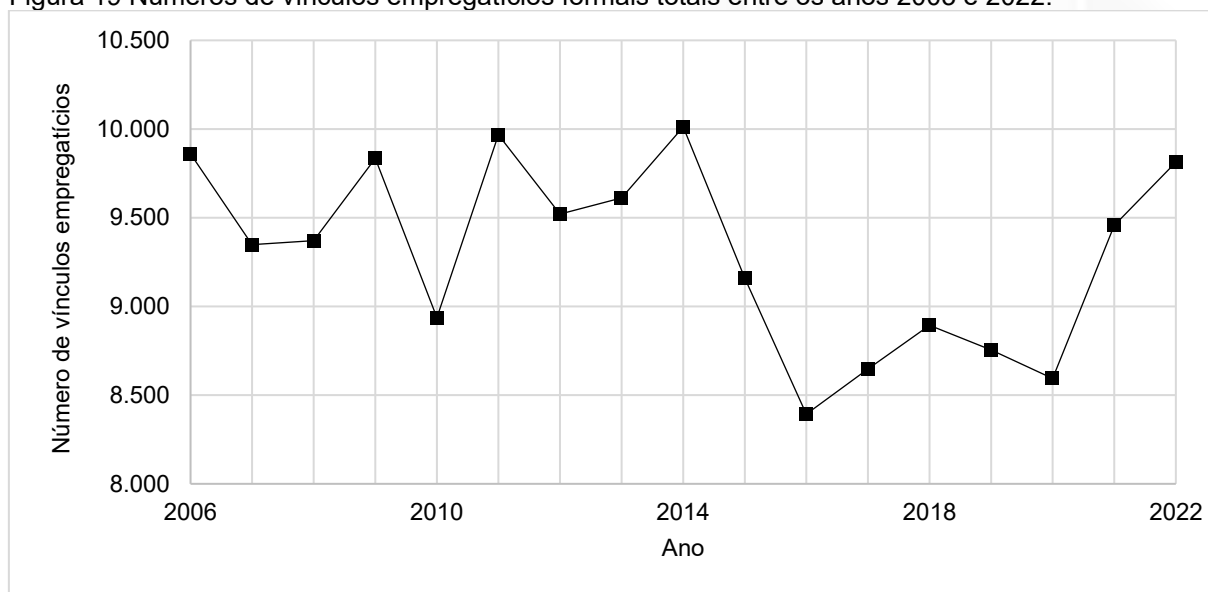
Índices de Pobreza	1991	2000	2010
<b>Renda per capita (em R\$)</b>	383,19	506,48	673,84
<b>% de extremamente pobres</b>	4,76	4,04	3,00
<b>% de pobres</b>	21,98	19,64	9,14
<b>Índice de Gini</b>	0,49	0,56	0,48

Fonte: PNUD, Ipea e FJP (2013).

### 6.3. EMPREGO

No período analisado, entre 2006 e 2022, de acordo com informações da base RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), o número de empregos formais no município de Fraiburgo oscilou entre 8.393 e 10.012, como pode ser observado através da Figura 19.

Figura 19 Números de vínculos empregatícios formais totais entre os anos 2003 e 2022.



Fonte: RAIS/MTE (2024).

Na Tabela 12, são apresentadas as 20 atividades econômicas que mais geravam empregos no ano de 2022 conforme RAIS/MTE (2024). Com base nesses dados, verifica-se uma redução significativa no número de vínculos empregatícios formais relacionados à atividade de cultivo de frutas de lavoura permanente (exceto laranja e uva), que em 2006 chegava a representar 38% do total de empregos formais no município.

Tabela 12: Números de vínculos empregatícios formais entre os anos 2006 e 2022 - totais e das vinte atividades com maior geração em 2022 – RAIS.

Atividades econômicas	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Número de vínculos Total em 31/12</b>	9.860	9.348	9.371	9.835	8.937	9.967	9.521	9.612	10.012	9.159	8.393	8.647	8.894	8.755	8.594	9.457	9.813
<b>Cultivo de frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva</b>	3.766	3.406	3.293	3.271	2.302	2.972	2.507	2.224	2.453	2.170	1.820	1.630	1.515	1.373	1.397	1.453	1.394
<b>Ensino fundamental</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.150	1.198	921	1.093	1.082
<b>Fabricação de papel</b>	399	406	473	472	496	570	592	554	557	526	491	460	453	462	478	521	594
<b>Fabricação de móveis com predominância de madeira</b>	497	340	306	326	355	242	264	291	222	213	252	278	281	274	444	580	441
<b>Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios - hipermercados e supermercados</b>	145	194	246	283	296	235	324	317	366	220	222	272	588	253	143	117	372
<b>Transporte rodoviário de carga</b>	166	170	144	156	157	176	154	186	205	200	206	210	245	249	237	261	334
<b>Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente</b>	39	552	559	656	668	567	693	300	305	257	252	252	236	250	225	303	311
<b>Atividades de pós-colheita</b>	0	0	0	96	42	40	34	361	379	245	218	240	247	207	216	307	227
<b>Seleção e agenciamento de mão-de-obra</b>	4	0	3	1	0	0	1	1	1	1	2	12	32	115	137	177	208
<b>Cultivo de plantas de lavoura permanente não especificadas anteriormente</b>	26	27	27	24	26	21	13	12	9	10	10	8	13	10	14	12	157
<b>Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores</b>	79	98	93	98	107	103	104	100	99	103	103	126	128	101	100	104	157
<b>Restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas</b>	115	114	103	107	100	100	109	119	122	120	117	136	175	119	108	106	157
<b>Desdobramento de madeira</b>	146	150	170	171	191	183	178	185	184	186	131	101	92	87	119	131	138
<b>Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios</b>	105	116	148	154	149	145	152	153	145	124	127	133	135	149	147	137	137
<b>Recuperação de materiais não especificados anteriormente</b>	1	7	9	8	1	0	1	61	91	49	66	53	62	59	73	85	121
<b>Atividades de atendimento hospitalar</b>	0	0	92	85	84	85	82	77	68	76	74	79	81	0	0	97	121
<b>Comércio varejista de ferragens, madeira e materiais de construção</b>	89	109	109	138	125	135	157	135	135	125	139	141	126	130	160	140	118
<b>Obras de terraplenagem</b>	3	2	3	16	27	45	46	39	48	60	100	137	98	132	122	106	116
<b>Confecção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas</b>	19	20	53	54	75	66	67	60	67	53	65	74	94	111	71	88	106
<b>Criação de suínos</b>	12	15	31	34	18	64	50	76	81	89	84	86	75	85	89	105	105

Fonte: RAIS/MTE (2024).

#### 6.4. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL (IDHM)

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda (PNUD, 2013), que varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano.

O IDHM do município de Fraiburgo em 2010 era de 0,731, o que o situava na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). A dimensão que mais contribuía para o IDHM do município era Longevidade, com índice de 0,860, seguida de Renda, com índice de 0,712, e de Educação, com índice de 0,637. Na Tabela 13, é possível observar de forma detalhada a contribuição de cada dimensão na composição do IDHM.

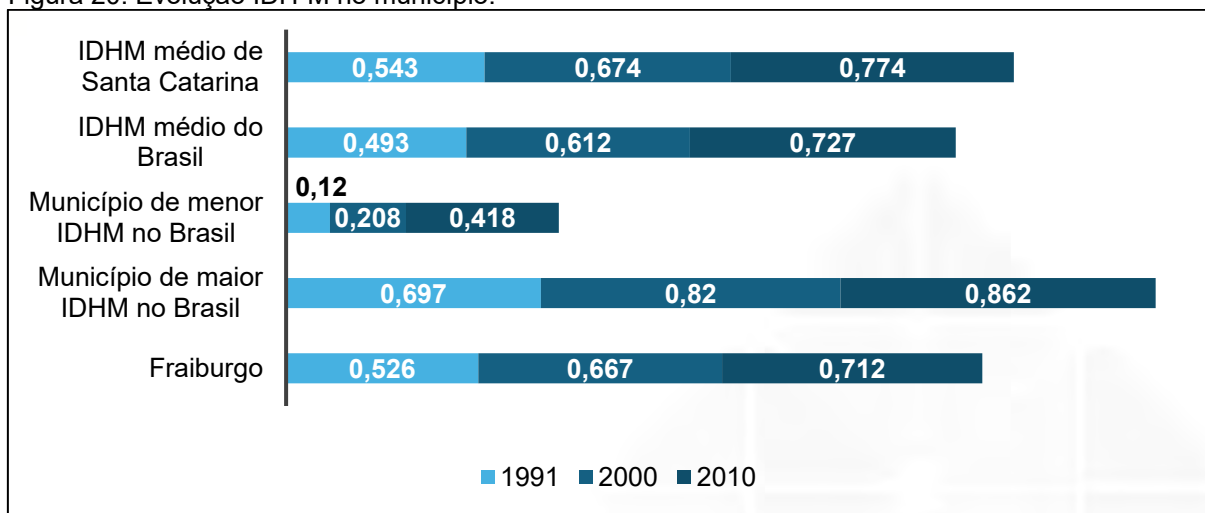
Tabela 13: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes em Fraiburgo.

IDHM e COMPONENTES	1991	2000	2010
<b>IDHM Educação</b>	0,330	0,479	0,637
<b>% de 18 anos ou mais com ensino fundamental completo</b>	28,16	34,03	48,61
<b>% de 5 a 6 anos frequentando a escola</b>	41,64	76,80	88,77
<b>% de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental</b>	57,98	75,37	93,87
<b>% de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo</b>	33,04	48,65	69,37
<b>% de 18 a 20 anos com ensino médio completo</b>	10,04	26,45	40,01
<b>IDHM Longevidade</b>	0,707	0,775	0,860
<b>Esperança de vida ao nascer (em anos)</b>	67,42	71,47	76,58
<b>IDHM Renda</b>	0,622	0,667	0,712
<b>Renda per capita (em R\$)</b>	383,19	506,48	673,84
<b>IDHM Municipal</b>	0,526	0,628	0,731

Fonte: PNUD, Ipea, FJP (2013).

O IDHM do município passou de 0,526, em 1991, para 0,731, em 2010, enquanto o IDHM do Estado de Santa Catarina passou de 0,543 para 0,774. Isso implica em uma taxa de crescimento de 38,97% para o município e 42% para o Estado. No município, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,307), seguida por Longevidade e por Renda. A evolução do IDH de Fraiburgo, do Estado de Santa Catarina e do Brasil é ilustrada por meio da Figura 20.

Figura 20: Evolução IDH-M no município.



Fonte: PNUD, Ipea, FJP (2013).

## 6.5. SAÚDE

A saúde pública busca prevenir doenças, prolongar a vida e promover saúde e eficiência física e mental, através de esforços organizados da comunidade para o saneamento do meio, o controle das doenças infectocontagiosas, a educação do indivíduo em princípios de higiene pessoal, a organização dos serviços médicos e de enfermagem para o diagnóstico precoce e tratamento preventivo das doenças além do desenvolvimento da maquinaria social de modo a assegurar a cada indivíduo da comunidade um padrão de vida adequado à manutenção da saúde (FSESP, 1964).

A salubridade ambiental é o estado de higidez em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas favoráveis ao pleno gozo de saúde e bem-estar (FUNASA, 2019). Doenças como diarreia, dengue, febre tifoide e malária, que resultam mortes anuais, especialmente de crianças, são transmitidas por água contaminada com esgotos humanos, dejetos de animais e lixo.

### 6.5.1. Doenças

As principais doenças com veiculação hídrica são: esquistossomose, hepatite A/E, leptospirose, dengue, malária, cólera, amebíase, giardíase, febre tifoide, paratifoide e diarreia. Em consulta ao sistema TABNET, 2020 e ao sistema de

informação de vigilância epidemiológica das Doenças Diarreicas Agudas (DDA), 2019, verificou-se, entre 2012 e 2019, 8.089 notificações de casos de doença de veiculação hídrica.

Na Tabela 14, é possível observar o número de algumas doenças de veiculação hídrica no município de Fraiburgo de 2012 a 2019.

Tabela 14: Doenças de veiculação hídrica no município de Fraiburgo.

Doença	Número de Casos							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Cólera</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Dengue</b>	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>Febre Tifoide</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hepatite (A, B, C e D)</b>	0	0	0	0	0	0	0	-
<b>Leptospirose</b>	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>Esquistossomose</b>	0	0	0	0	0	0	-	-
<b>Diarreia</b>	1.801	742	1.157	1.094	616	659	923	1.095

Fonte: TABNET/DATASUS (2020).

Observa-se que, no período de 2012 a 2019, o município apresentou registros de dengue, leptospirose e diarreia, não havendo notificação de outras doenças de veiculação hídrica.

A dengue é uma doença febril grave causada por um arbovírus. Arbovírus são vírus transmitidos por picadas de insetos, especialmente os mosquitos.

A leptospirose é uma doença causada por bactéria que está intimamente ligada com a presença de ratos, que de modo geral, permanecem em locais onde a limpeza pública (coleta de resíduos sólidos “lixo”) é deficiente, e cuja veiculação é potencializada no mau funcionamento dos sistemas de drenagem urbana

A diarreia corresponde a um grupo de doenças infecciosas gastrointestinais, que são caracterizadas por uma síndrome em que há ocorrência de no mínimo três episódios de diarreia aguda em 24 horas, ou seja, diminuição da consistência das fezes e aumento do número de evacuações, quadro que pode ser acompanhado de náusea, vômito, febre e dor abdominal.

### 6.5.2. Infraestrutura dos serviços de saúde

O Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) disponibiliza informações sobre as infraestruturas dos Serviços de Saúde do município de Fraiburgo. Na Tabela 15, verifica-se o número de estabelecimentos de saúde e, na

Tabela 16, é possível verificar o número de leitos por especialidade no município em junho de 2020.

Tabela 15: Número de Estabelecimento de Saúde de Fraiburgo em junho/2020.

Descrição	Total
Centro de saúde/unidade básica	6
Policlínica	3
Hospital geral	1
Consultório isolado	82
Clínica/centro de especialidade	9
Unidade de apoio diagnose e terapia (SADT isolado)	13
Unidade móvel terrestre	1
Unidade móvel de nível pré-hospitalar na área de urgência	2
Farmácia	16
Central de gestão em saúde	1
Centro de atenção psicossocial (CAPS)	1
Pronto atendimento	1
Polo academia da saúde	1
Central de regulação do acesso	1

Fonte: CNES2/DATASUS (2020).

Tabela 16: Número de leitos por especialidade em Fraiburgo em junho/2020.

Especialidade	Descrição	Leitos
<b>Cirúrgico</b>	Cirurgia geral	7
<b>Clínico</b>	Clínica geral	35
<b>Obstétrico</b>	Obstetrícia cirúrgica	3
	Obstetrícia clínica	3
<b>Pediátrico</b>	Pediatria clínica	2
<b>Outras especialidades</b>	Psiquiatria	1
<b>Total geral</b>		<b>51</b>

Fonte: CNES2/DATASUS (2020).

### 6.5.3. Indicadores epidemiológicos

Indicadores epidemiológicos são importantes para representar os efeitos das ações de saneamento, ou da sua insuficiência, na saúde humana e constituem, portanto, ferramentas fundamentais para a vigilância ambiental em saúde e para orientar programas e planos de alocação de recursos em saneamento ambiental (DA COSTA *et al*, 2005).

#### Taxa de Fecundidade Total

Número médio de filhos nascidos vivos, tidos por uma mulher ao final do seu período reprodutivo, na população residente em determinado espaço geográfico, no

ano considerado. A taxa de fecundidade total é obtida pelo somatório das taxas específicas de fecundidade para as mulheres residentes de 15 a 49 anos de idade.

A taxa de fecundidade total em Fraiburgo se manteve em 2,6 filhos/mulher em 1991 e 2000 e teve queda para 2,5 filhos/mulher em 2010 (PNUD, Ipea e FJP, 2013).

### **Taxa de Mortalidade Infantil**

Algumas populações são particularmente sensíveis às diversas patologias. As crianças de até um ano de idade são susceptíveis a diversas doenças, inclusive aquelas causadas por fatores ambientais. Idosos sofrem não só as consequências de toda a exposição a uma série de fatores químicos e exposições profissionais, como são mais suscetíveis, pela diminuição da resistência orgânica, para uma série de doenças (respiratórias, fraturas, acidentes e outras). Então, para a análise dos indicadores epidemiológicos foi adotada a faixa etária que engloba crianças menores de um ano e menores de cinco anos, para avaliação de como as ações de melhoria das condições de saneamento estão refletindo mais especificamente na saúde das crianças.

A taxa de mortalidade infantil indica o risco de morte infantil através de frequência de óbitos de menores de um ano de idade na população de nascidos vivos. Este indicador relaciona o número de óbitos de menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

É um indicador importante das condições de vida e de saúde de uma localidade, região, ou país, assim como de desigualdades entre localidades. Pode também contribuir para uma avaliação da disponibilidade e acesso aos serviços e recursos relacionados à saúde, especialmente ao pré-natal e seu acompanhamento. Por estar estreitamente relacionado à renda familiar, ao tamanho da família, à educação das mães, à nutrição e à disponibilidade de saneamento básico, é considerado importante para o desenvolvimento sustentável, pois a redução da mortalidade infantil é um dos importantes e universais objetivos do desenvolvimento sustentável.

A Tabela 17, abaixo, apresenta dados sobre a mortalidade infantil no Município de Fraiburgo nos anos 1991, 2000 e 2010.

Tabela 17: Mortalidade infantil no Município de Fraiburgo nos anos de 1991, 2000 e 2010.

Indicadores	1991	2000	2010
<b>Mortalidade infantil (óbitos por mil nascidos vivos)</b>	32,6	24,6	11,5

Indicadores	1991	2000	2010
<b>Mortalidade até 5 anos de idade (óbitos por mil nascidos vivos)</b>	37,6	28,4	13,4

Fonte: PNUD, Ipea e FJP (2013).

Observa-se que ao longo dos anos houve uma considerável redução na mortalidade infantil e na mortalidade até 5 anos de idade. Com a taxa observada em 2010, o Brasil cumpriu uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas, segundo a qual a mortalidade infantil no país deve estar abaixo de 17,9 óbitos por mil em 2015.

## 6.6. EDUCAÇÃO

A Tabela 18 apresenta o número de escolas por rede escolar no município de Fraiburgo.

Tabela 18: Número de escolas por rede escolar no município de Fraiburgo no ano de 2018.

Rede de Ensino	Ensino Pré-escolar	Ensino Fundamental	Ensino Médio
<b>Escola Pública Municipal</b>	25	22	0
<b>Escola Pública Estadual</b>	0	4	7

Fonte: IBGE. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP – Censo Educacional 2018.

Na Tabela 19, são apresentados o número de docentes por rede de ensino. A rede de ensino municipal é a que concentra o maior número de docentes em 2018.

Tabela 19: Número de docentes por rede escolar no município de Fraiburgo em 2018.

Rede de Ensino	Ensino Pré-escolar	Ensino Fundamental	Ensino Médio
<b>Escola Pública Municipal</b>	61	177	0
<b>Escola Pública Estadual</b>	0	45	132

Fonte: IBGE. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - Censo Educacional 2018.

A Tabela 20 apresenta a distribuição das matrículas por nível escolar, divididas entre a rede pública municipal e estadual, no ano de 2018.

Tabela 20: Número de matrículas por rede escolar no município de Fraiburgo em 2018.

Rede de Ensino	Ensino Pré-escolar	Ensino Fundamental	Ensino Médio
<b>Escola Pública Municipal</b>	1.005	3.905	0
<b>Escola Pública Estadual</b>	0	466	1.425

Fonte: IBGE. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP – Censo Educacional 2018.

### 6.6.1. Alfabetização

A disponibilidade de dados sobre o alfabetismo é de extrema relevância na medida em que possibilita identificar áreas com carências educacionais. O número de pessoas com 15 anos ou mais, não alfabetizadas no município, em 2010 é apresentado na Tabela 21.

Tabela 21: Número de pessoas não alfabetizadas no município em 2000 e 2010.

Classe Etária	2000	2010
<b>15 a 19 anos</b>	61	21
<b>20 a 49 anos</b>	648	537
<b>50 ou mais</b>	962	1.110
<b>Total</b>	1.671	1.668

Fonte: IBGE (2010).

### 6.6.2. Escolaridade

A educação não é apenas um serviço colocado à disposição de uma população, ela é simultaneamente um dos mecanismos através dos quais se distribuem as possibilidades de acesso às posições sociais. Assim, em relação à maior escolaridade, observa-se a probabilidade de ocupação de posições mais elevadas, as quais correspondem não só condições mais favoráveis de trabalho, como também maior remuneração e maior prestígio. A educação se situa, no ponto central de qualquer análise de estrutura social e de suas transformações.

A escolaridade dos responsáveis pelos domicílios, afeta de duas formas seus familiares: orçamentariamente, em relação às oportunidades de bem-estar material de seus dependentes e socioeducacionalmente condicionado às chances de escolarização de seus filhos e a própria ambiência cultural da família. Este condicionamento educacional e sociocultural dos responsáveis pelos domicílios é ressaltado nas avaliações de programas de igualdade de oportunidades escolares quando se enfatiza ser a “família educógena\*” geralmente mais importante do que os

---

\* A expressão foi utilizada pela primeira vez por Jean Floud, em 1961, no texto “Social Class Factors in Educational Achievement”, editado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. O pesquisador brasileiro CASTRO (1976) a define como famílias que se caracterizam por oferecer certo tipo de ambiente familiar favorável à educação (p. 73). Esse autor reconhece, entretanto, o caráter vago dessa noção no texto original da OCDE, mas ressalta a conclusão da autora inglesa de que esse tipo de família vai se tornando mais frequente conforme se sobe na escala social.

próprios fatores intraescolares no processo de desenvolvimento educacional das crianças.

A Tabela 22 apresenta o percentual da população, por faixa etária e nível de instrução, no ano de 2010.

Tabela 22: Nível de instrução por faixa etária em 2010.

Idade	Sem instrução e fundamental incompleto	Fundamental completo e médio incompleto	Médio completo e superior incompleto	Superior completo
<b>15 a 19 anos</b>	884	1.667	616	27
<b>20 a 24 anos</b>	764	808	1082	199
<b>25 a 29 anos</b>	897	669	856	310
<b>30 a 34 anos</b>	1.133	504	591	441
<b>35 a 39 anos</b>	1.465	456	426	288
<b>40 a 44 anos</b>	1.140	475	594	400
<b>45 a 49 anos</b>	1.201	504	312	232
<b>50 a 54 anos</b>	1.186	316	256	109
<b>55 a 59 anos</b>	1.212	101	30	35
<b>60 a 69 anos</b>	1.624	107	55	47
<b>70 anos ou mais</b>	1.178	44	14	21
<b>Total Fraiburgo</b>	16.001	5.771	4.833	2.109
<b>Total Santa Catarina</b>	2.459.577	1.054.604	1.341.571	524.209
<b>Total Brasil</b>	81.386.577	28.178.794	37.980.515	13.463.757

Fonte: IBGE (2010).

O nível de instrução é de suma importância no norteamto das políticas de educação sanitária/ambiental, influenciando na forma e no tipo de material a ser utilizado.

## 6.7. PROJEÇÕES POPULACIONAIS

Projeções populacionais são de suma importância para o planejamento das infraestruturas do município, e não é diferente para os serviços de saneamento básico, cujas demandas futuras são estimadas a partir dessas projeções. Estas são calculadas a partir de tendências matemáticas que usam como base dados de levantamentos populacionais oficiais.

No PMSB 2012, para determinação das projeções populacionais, foram elaborados modelos matemáticos para as áreas rural e urbana, considerando os levantamentos oficiais do IBGE, censos e contagens, entre 1991 e 2010, através de 4 processos estatísticos: aritmético, geométrico, regressão parabólica e taxa média

(TM) anual fixada. Posteriormente, os modelos foram avaliados, tendo sido adotada a evolução populacional urbana definida pelo método aritmético ARI 5 (Tabela 23 e Tabela 24), e para a área rural adotou-se a projeção geométrica entre 2000 e 2010, que apresentava decréscimo da população rural (Tabela 25).

Tabela 23: Modelo aritmético adotado PMSB 2012 – População urbana - dados de entrada.

Reta	t0	P0	t1	P1	r
<b>Ari 5</b>	2000	27.623	2010	30.291	267

Fonte: PMSB (2012).

Tabela 24: Projeção adotada PMSB 2012 - Modelo aritmético – População urbana.

Ano	ARI 05
2010	30.294
2011	30.561
2012	30.828
2013	31.095
2014	31.362
2015	31.630
2016	31.897
2017	32.164
2018	32.431
2019	32.698
2020	32.965
2021	33.232
2022	33.499
2023	33.766
2024	34.033
2025	34.301
2026	34.568
2027	34.835
2028	35.102
2029	35.369
2030	35.636
2031	35.903
2032	36.170

Fonte: PMSB (2012).

Tabela 25: Projeção adotada PMSB 2012 – Modelo geométrico – População rural.

Ano	Rural
2010	4.261
2011	4.167
2012	4.075
2013	3.985
2014	3.898
2015	3.812
2016	3.728

Ano	Rural
2017	3.645
2018	3.565
2019	3.486
2020	3.410
2021	3.334
2022	3.261
2023	3.189
2024	3.119
2025	3.050
2026	2.983
2027	2.917
2028	2.853
2029	2.790
2030	2.728
2031	2.668
2032	2.609

Fonte: PMSB (2012).

Nesta revisão, esses cenários de crescimento foram reavaliados considerando os dados apresentados na Tabela 26, referentes aos últimos três levantamentos oficiais do IBGE, Contagem 2007 e Censos 2010 e 2022.

Tabela 26: População residente por situação de domicílio em Fraiburgo entre 2007 e 2022.

Situação do domicílio	Contagem 2007	Censo 2010	Censo 2022
<b>Urbana</b>	30.078	30.291	29.500
<b>Rural</b>	4.811	4.262	3.981
<b>Total</b>	34.889	34.553	33.481

Fonte: IBGE (2024).

A partir da regressão desses dados foram elaborados modelos de crescimento de tendências linear, logarítmico e polinomial, considerando um horizonte de planejamento de 20 anos, que resultaram nas equações abaixo:

- **Modelo Linear:**

– população urbana:

$$y = -46,35714286x + 123.273,26190476 \quad (R^2 = 0,80816708)$$

– população rural:

$$y = -46,21428571x + 97.380,69047619 \quad (R^2 = 0,75502296)$$

- **Modelo Logarítmico:**

– população urbana:

$$y = -93.377,9028901562 \ln(x) + 740.317,1740419150 \quad (R^2 = 0,8076824021)$$

– população rural:

$$y = -93.150,68342267 \ln(x) + 712.983,63005103 \quad (R^2 = 0,75555191)$$

- **Modelo polinomial – 2º grau:**

– população urbana:

$$y = -9,12777778x^2 + 36.737,28333333x - 36.934.513,49999980 \quad (R^2 = 1,000)$$

– população rural:

$$y = 10,63888889x^2 - 42.919,41666667x + 43.290.114,50000010 \quad (R^2 = 1,000)$$

Além dos modelos obtidos através de regressão, também foi construída projeção de crescimento populacional pelo método geométrico considerando as populações levantadas no ano de 2010 e 2022. As projeções populacionais obtidas pelos modelos acima citados são apresentadas através da Tabela 27.

Tabela 27: Projeções populacionais a partir de regressão dos dados populacionais entre os anos de 2007 e 2022 e projeção a partir de taxa de crescimento geométrico entre os anos 2010 e 2022.

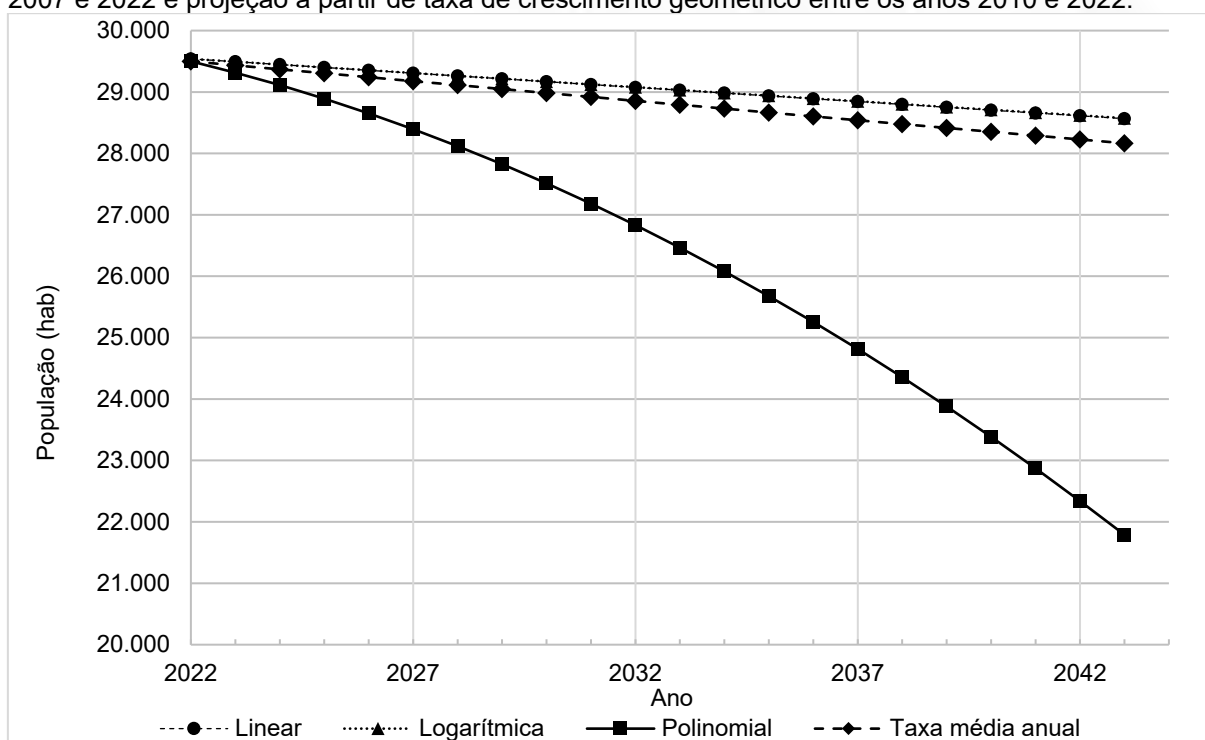
Ano	Tendência Linear		Tendência Logarítmica		Tendência Polinomial - 2º grau		Taxa média anual 2010-2022	
	População urbana	População Rural	População urbana	População Rural	População urbana	População Rural	População urbana	População Rural
<b>2022</b>	29.539	3.935	29.539	3.935	29.500	3.981	29.500	3.981
<b>2023</b>	29.493	3.889	29.493	3.889	29.315	4.096	29.435	3.958
<b>2024</b>	29.446	3.843	29.447	3.843	29.113	4.232	29.370	3.936
<b>2025</b>	29.400	3.797	29.401	3.797	28.891	4.390	29.305	3.914
<b>2026</b>	29.354	3.751	29.355	3.751	28.652	4.568	29.241	3.892
<b>2027</b>	29.307	3.704	29.309	3.705	28.395	4.768	29.177	3.869
<b>2028</b>	29.261	3.658	29.263	3.659	28.119	4.990	29.112	3.848
<b>2029</b>	29.215	3.612	29.217	3.613	27.825	5.232	29.048	3.826
<b>2030</b>	29.168	3.566	29.171	3.567	27.512	5.496	28.984	3.804

Ano	Tendência Linear		Tendência Logarítmica		Tendência Polinomial - 2º grau		Taxa média anual 2010-2022	
	População urbana	População Rural	População urbana	População Rural	População urbana	População Rural	População urbana	População Rural
2031	29.122	3.519	29.125	3.522	27.182	5.781	28.920	3.782
2032	29.076	3.473	29.079	3.476	26.833	6.087	28.857	3.761
2033	29.029	3.427	29.033	3.430	26.466	6.415	28.793	3.740
2034	28.983	3.381	28.987	3.384	26.080	6.764	28.730	3.719
2035	28.936	3.335	28.941	3.338	25.677	7.134	28.666	3.697
2036	28.890	3.288	28.895	3.293	25.255	7.526	28.603	3.676
2037	28.844	3.242	28.849	3.247	24.814	7.939	28.540	3.656
2038	28.797	3.196	28.803	3.201	24.356	8.373	28.477	3.635
2039	28.751	3.150	28.757	3.155	23.879	8.828	28.415	3.614
2040	28.705	3.104	28.712	3.110	23.384	9.305	28.352	3.594
2041	28.658	3.057	28.666	3.064	22.871	9.802	28.290	3.573
2042	28.612	3.011	28.620	3.018	22.340	10.322	28.227	3.553
2043	28.566	2.965	29.539	2.973	21.790	10.862	28.165	3.533

Fonte: Elaboração própria.

Os quatro cenários de projeção da população urbana apresentam tendência de declínio da população urbana, conforme ilustrado na Figura 21, com declínio mais acentuado no modelo polinomial.

Figura 21: Projeções populacionais a partir de regressão dos dados populacionais entre os anos de 2007 e 2022 e projeção a partir de taxa de crescimento geométrico entre os anos 2010 e 2022.

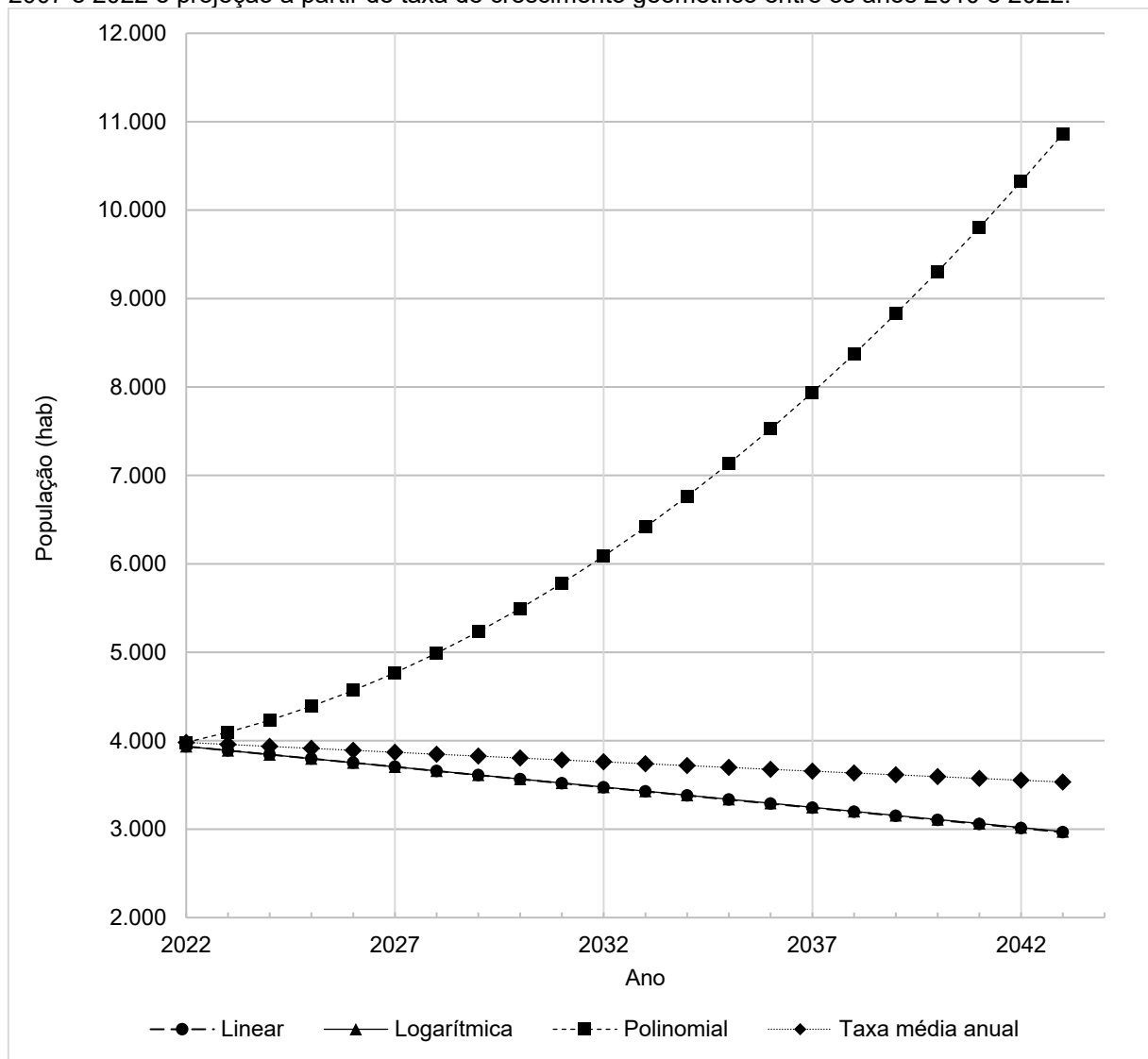


Fonte: Elaboração própria.

Considerando que os fatores que comandam o crescimento ou declínio da população apresentam características de instabilidade, de difícil determinação para um horizonte de longo prazo, e que o levantamento de 2022 foi o primeiro a apresentar tendência de decréscimo para a população urbana, entende-se ser mais prudente para fins de dimensionamento das infraestruturas de saneamento básico considerar uma população estável ao longo do horizonte de planejamento.

Em relação à população rural, conforme pode se observar através da Figura 22, o modelo polinomial resulta em uma população rural crescente ao longo do período de planejamento, o que contraria a tendência de declínio observada desde 1991 para essa parcela da população. Os demais modelos indicam tendências de redução da população.

Figura 22: Projeções populacionais a partir de regressão dos dados populacionais entre os anos de 2007 e 2022 e projeção a partir de taxa de crescimento geométrico entre os anos 2010 e 2022.



Fonte: Elaboração própria.

Considerando que o declínio indicado pelos modelos já é observado desde 1991, optou-se pela projeção de crescimento populacional pelo método geométrico, que apresenta uma redução mais lenta em comparação aos modelos linear e logarítmico.

Tabela 28: Projeção PMSB 2012 x Projeção 1ª Revisão do PMSB.

Ano	Projeção PMSB 2012			Projeção 1ª Revisão PMSB		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
2024	34.033	3.119	37.152	29.500	3.936	33.436
2025	34.301	3.050	37.350	29.500	3.914	33.414
2026	34.568	2.983	37.550	29.500	3.892	33.392
2027	34.835	2.917	37.752	29.500	3.869	33.369
2028	35.102	2.853	37.955	29.500	3.848	33.348
2029	35.369	2.790	38.159	29.500	3.826	33.326
2030	35.636	2.728	38.364	29.500	3.804	33.304
2031	35.903	2.668	38.571	29.500	3.782	33.282
2032	36.170	2.609	38.780	29.500	3.761	33.261
2033	-	-	-	29.500	3.740	33.240
2034	-	-	-	29.500	3.719	33.219
2035	-	-	-	29.500	3.697	33.197
2036	-	-	-	29.500	3.676	33.176
2037	-	-	-	29.500	3.656	33.156
2038	-	-	-	29.500	3.635	33.135
2039	-	-	-	29.500	3.614	33.114
2040	-	-	-	29.500	3.594	33.094
2041	-	-	-	29.500	3.573	33.073
2042	-	-	-	29.500	3.553	33.053
2043	-	-	-	29.500	3.533	33.033
2044	-	-	-	29.500	3.513	33.013

Fonte: Elaboração própria.

Conforme destaca Santos (2010), toda projeção populacional é dependente dos pressupostos adotados durante a sua construção, incluindo a seleção do período considerado como indicador das tendências futuras. Portanto, é fundamental que a administração pública municipal periodicamente faça a confirmação da projeção populacional e, caso necessário, avalie novos cenários de crescimento.

## 6.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação às projeções populacionais de uma cidade, deve-se observar que os fatores que influenciam esse crescimento apresentam características de instabilidade, o que pode tornar as previsões questionáveis para o horizonte de longo prazo. Qualquer que seja o modelo matemático utilizado, este deve ser verificado periodicamente e ajustado às informações mais recentes pelo setor de planejamento. O equacionamento matemático e os parâmetros adotados nesta revisão representam

apenas uma hipótese de cálculo com base em dados conhecidos, mas sujeitos a novas situações, inicialmente imprevisíveis. Assim, recomenda-se que as projeções apresentadas sejam constantemente reavaliadas.

Conforme os dados do último Censo, 2022, a densidade populacional é significativamente maior na área urbana. No entanto, observa-se uma menor média de residentes por domicílio no perímetro urbano. Foi verificado também que a renda per capita nas áreas rurais era inferior à da área urbana, e que a maior parte da população não tinha o ensino fundamental completo em 2010.

As ações de educação ambiental e o planejamento dos investimentos deverão levar em conta as características de ocupação do município, suas peculiaridades na distribuição de renda, o acesso aos serviços de saúde e educação, bem como o grau de instrução da população, conforme verificado neste estudo.

## 7. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Este capítulo contém: a descrição do sistema operado pela Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo – SANEFRAI; a verificação da execução das proposições e metas do PMSB 2012; as projeções de demanda dos sistemas para os próximos 20 anos de planejamento; e recomendações para a solução dos problemas vivenciados no município, bem como para a adequação às boas práticas de operação.

### 7.1. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

O sistema de abastecimento de água urbano do município de Fraiburgo é gerido e operado pela Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo – SANEFRAI, desde 2004, conforme a Lei Municipal nº 1.737/2003.

Este diagnóstico tem por função atualizar os dados na linha do tempo da caracterização feita no PMSB do ano de 2012. Para tanto, foram utilizados dados enviados pela operadora dos serviços, bem como relatórios da agência reguladora que presta serviço ao município, a ARIS (Anexo 01) e outras fontes oficiais como: o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), além de visitas *in loco* aos sistemas de abastecimento de água.

#### 7.1.1. Mananciais e disponibilidade hídrica

##### 7.1.1.1. Mananciais superficiais

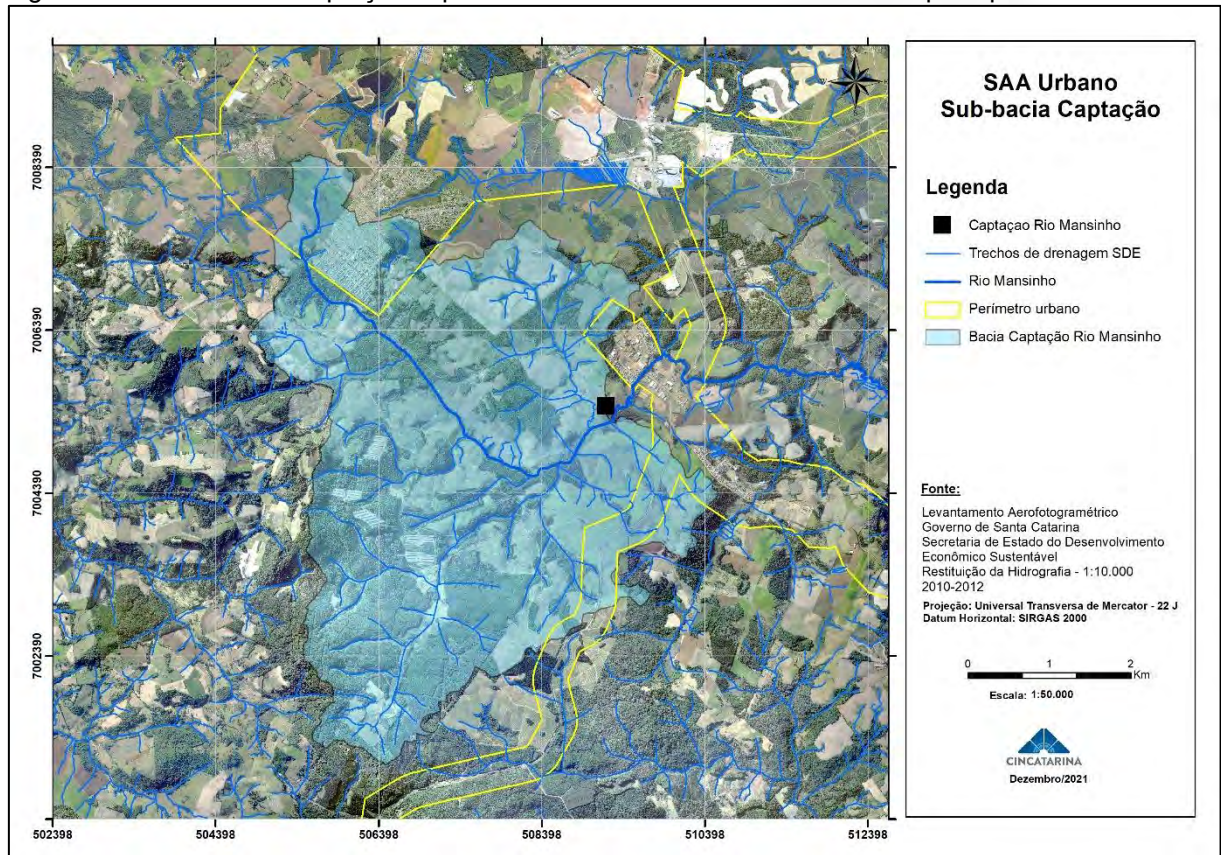
O município de Fraiburgo encontra-se inserido em duas Regiões Hidrográficas (RH), estando a parte centro leste do território (aproximadamente 80%) sobre a RH 4 - Planalto de Lages, e parte oeste do território sobre a RH 3 - Vale do Rio do Peixe (aproximadamente 20%).

Os cursos d'água do município apresentam enquadramento classe II, conforme art. 42 da Resolução do CONAMA nº 357/2005 (Conselho Nacional do Meio Ambiente), e Resolução nº 01/2008 do CERH (Conselho Estadual de Recursos Hídricos).

A sede do município tem atualmente o Rio Mansinho como uma de suas principais fontes de abastecimento de água. A captação de água bruta do Rio

Mansinho fica localizada no Bairro Liberata, com coordenadas UTM 22S: E 509226 e N 7005531 (SIRGAS 2000). O Rio Mansinho tem sua nascente ao sul do município de Fraiburgo, próximo ao bairro São Miguel. A bacia de drenagem até o ponto de captação tem cerca de 22,97 km<sup>2</sup> (Figura 23).

Figura 23: Sub-bacia da captação superficial atual do SAA Urbano – Sistema principal.



Fonte: Elaboração própria.

Para o estabelecimento de critérios técnicos para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos de natureza superficial em rios de domínio do Estado de Santa Catarina, a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável, antiga SDS e atual SEMAE, publicou a Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008, posteriormente alterada pela Portaria SDS nº 51 de 2 de outubro de 2008, que apresenta o texto abaixo:

Art. 2º - Para a análise de disponibilidade hídrica para captações ou derivação de cursos d'água de domínio do Estado de Santa Catarina, será adotada, como vazão de referência, a Q98 (vazão de permanência por 98% do tempo):

§ 1º - A vazão outorgável será equivalente a 50% da vazão de referência. (conforme alteração dada pela Portaria SDS 051/2008, de 02.10.2008).

§ 2º - Enquanto o limite máximo de derivações consuntivas em todas as seções de controle de uma bacia hidrográfica for igual ou inferior a 50% da vazão de referência Q98, as outorgas poderão ser emitidas pela SDS,

baseadas na inexistência de conflito quantitativo para uso consuntivo da água. (conforme alteração dada pela Portaria SDS 051/2008, de 02.10.2008).  
 § 3º - O limite máximo individual para usos consuntivos a ser outorgado na porção da bacia hidrográfica limitada por cada seção fluvial considerada é fixado em 20% da vazão outorgável, podendo ser excedido até o limite de 80% da vazão outorgável quando a finalidade do uso for para consumo humano, desde que seu uso seja considerado racional. (§ incluído pela Portaria SDS 051/2008, de 02.10.2008) (SDS, 2008).

Assim, considerando que a captação de água no Rio Mansinho visa o abastecimento público do município de Fraiburgo, entende-se que a vazão máxima possível de ser retirada do Rio Mansinho seria de 80% da vazão outorgável, que, por sua vez, é 50% da vazão de referência  $Q_{98}$ .

Para os cálculos de vazão máxima de captação dos corpos hídricos definidos pelas regulamentações atuais, quando da inexistência de dados fluviométricos, a vazão máxima pode ser obtida com o uso de parâmetros de cálculo aplicados sobre a área drenada e a precipitação pluviométrica média anual da bacia do manancial. Assim, seguindo a metodologia definida pela SDS (2006) para os cálculos de regionalização das vazões presentes, apresenta-se a Tabela 29, com as vazões no ponto de captação do Rio Mansinho, utilizado para abastecimento de água do sistema de abastecimento urbano do município.

Tabela 29: Vazões – Estudo de regionalização – Captação Rio Mansinho -SAA Urbano.

Vazões	Rio Mansinho
$Q_{MLT}$ (l/s)	746
$Q_{98}$ (l/s)	127
$Q_{outorgável\ total}$ ( $Q_{out}$ ) (l/s)	63,5
$Q_{outorgável\ SAA}$ ( $0,8 \times Q_{out}$ ) (l/s)	50,8
<b>Vazão média de captação 2020 (l/s)</b>	23

Fonte: Elaboração própria.

Com base nos resultados dos cálculos de regionalização de vazões apresentados, verifica-se que a vazão retirada do Rio Mansinho atualmente é menor que o limite estabelecido pela portaria SDS nº36/2008. Em consulta ao Sistema de Outorga da Água de Santa Catarina (SIOUT), em novembro de 2022, não foram identificadas captações ou derivações na sub-bacia do Rio Mansinho, dessa forma, há disponibilidade hídrica para ampliação da captação, caso seja necessário.

Conforme Portaria SDE nº 671/2020, a SANEFRAI possui outorga de direito de uso de recursos hídricos vigente até o ano de 2030 para a captação no Rio Mansinho. As características dessa outorga são apresentadas na Tabela 30.

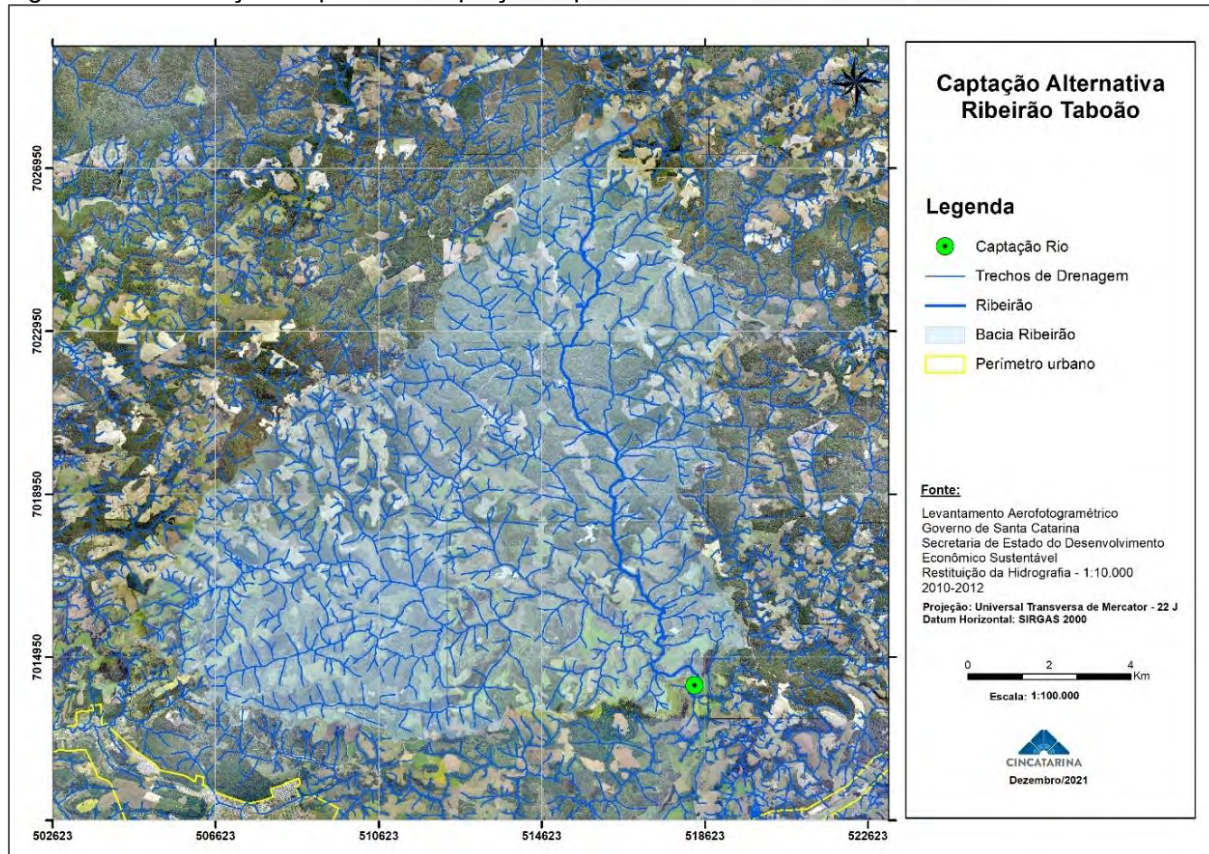
Tabela 30: Características da outorga de uso da Portaria SDS nº 671/2020.

Características	Rio Mansinho
Vazão máxima captada por hora (m³/h)	180
Volume diário captado (m³)	4.320
Volume mensal captado (m³)	129.600
Bacia hidrográfica	Rio Canoas
Região hidrográfica	RH 4 – Planalto de Lages

Fonte: SDE (2020).

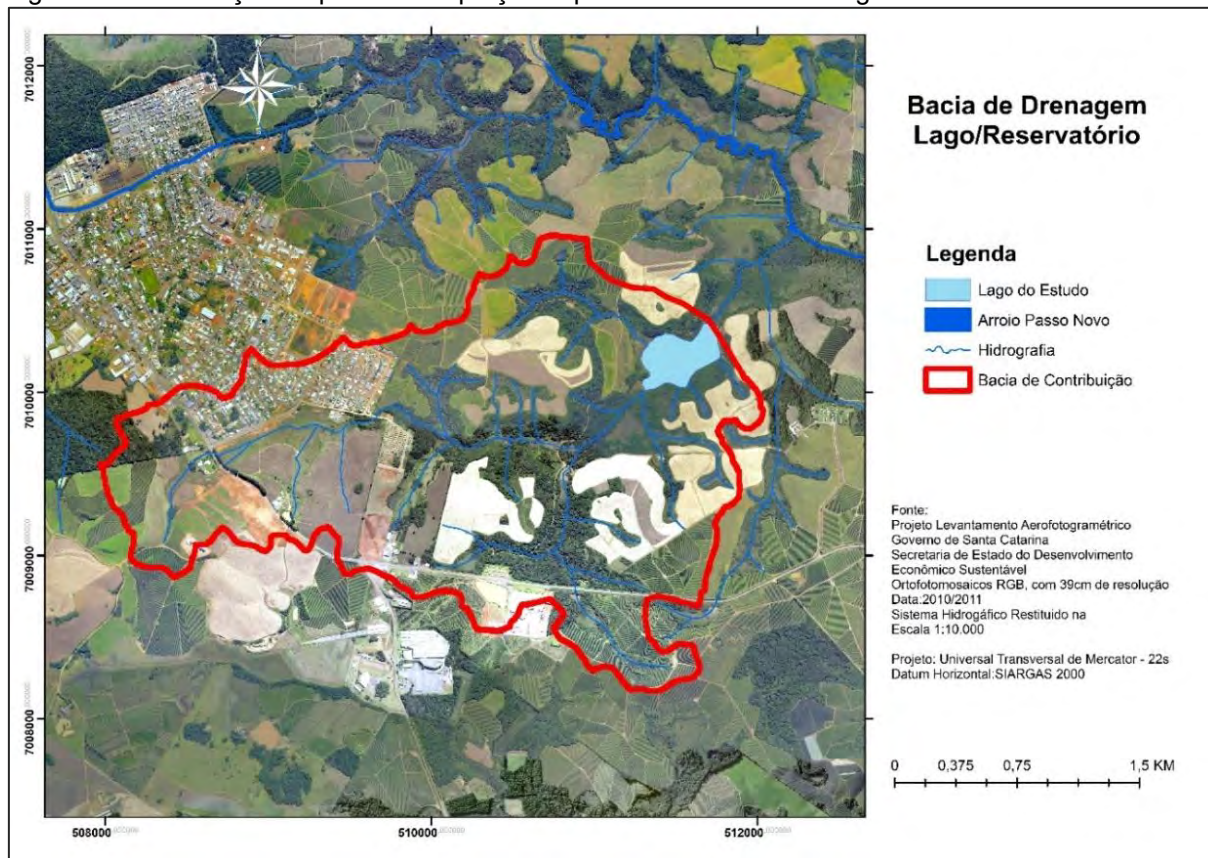
Além do ponto da atual captação, a SANEFRAI já avaliou dois novos pontos com potencial para instalação de uma captação superficial: um no Ribeirão Taboão (Figura 24) e outro em um lago/reservatório artificial localizado a aproximadamente 3 km do centro do município, em um afluente do Arroio Passo Novo, conforme Figura 25.

Figura 24: Localização do ponto de captação superficial alternativa – Ribeirão Taboão.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 25: Localização do ponto de captação superficial alternativa – Lago artificial.



Fonte: SANEFRAI.

A Tabela 31 apresenta os pontos avaliados e as vazões calculadas para eles considerando metodologia definida pela SDS (2006).

Tabela 31: Alternativas de abastecimento - SAA Urbano.

Vazões	Ribeirão Taboão	Lago/reservatório artificial
<b>Coordenadas UTM – 22S (SIRGAS 2000)</b>	E 518380 N 7014266	E 511513 N 7010250
<b>Área de drenagem (km²)</b>	123,80	6,10
<b>Q<sub>MLT</sub>(l/s)</b>	3.780	211
<b>Q<sub>98</sub>(l/s)</b>	640	36
<b>Q<sub>outorgável total (Q<sub>out</sub>) (l/s)</sub></b>	320	18
<b>Q<sub>outorgável SAA (0,8 x Q<sub>out</sub>) (l/s)</sub></b>	256	14,4

Fonte: Elaboração própria.

Além da avaliação da disponibilidade hídrica, realizada através do estudo de regionalização, a SANEFRAI também realizou coletas de amostras para avaliação da qualidade da água nos pontos de interesse. Segundo informações da autarquia, em ambos os pontos a água bruta apresenta qualidade adequada. Destaca-se que há

outros usos cadastrados no SIOUT na sub-bacia do Ribeirão Taboão que poderão reduzir a disponibilidade hídrica no ponto de interesse.

#### 7.1.1.2. Mananciais subterrâneos

Uma alternativa para o abastecimento público de água são os mananciais subterrâneos. Dentre as vantagens destes mananciais, destaca-se o fato de se tratar de uma fonte segura de água em períodos de seca, quando as águas superficiais normalmente se tornam escassas. Além disso, apresentam menor vulnerabilidade à contaminação e geralmente possuem água de excelente qualidade natural (CONICELLI & HIRATA, 2016).

O SAA Urbano do município de Fraiburgo se utiliza de 17 poços profundos para suprir parte da demanda do sistema. Um novo poço foi perfurado (P17), mas este ainda não foi instalado. A localização, as vazões outorgadas e características de exploração são apresentadas através da Tabela 32.

Tabela 32: Captações subterrâneas - SAA Urbano – Situação da Outorga de Uso.

Poço	Coordenadas SIRGAS 2000 – UTM 22S	Portaria de outorga	Vazão outorgada (m³/h)	Horas de Captação (horas/dia)	Volume máximo diário captado (m³)
<b>P01 - Bairro das Nações</b>	N 7009627 E 509168	Portaria nº 177, de 25/3/2022	19,80	22	450,46
<b>P02 - Nereu</b>	N 7011096 E 507427	Portaria nº 174, de 25/3/2022	23,10	22	502
<b>P03 - Macieira</b>	N 7004653 E 510790	Portaria nº 769, de 12/10/2021	26,40	17	448,80
<b>P04 - Pomifrai</b>	N 7011445 E 508672	Portaria nº 179 de 25/3/2022	22,18	20	443,5
<b>P05 - Caçador</b>	N 7011441 E 508750	Portaria nº 180, de 28/3/2022	11,20	15	168
<b>P06 - São Luiz</b>	N 7005862 E 509639	Portaria nº 632, de 06/09/2021	14,95	12	179,4
<b>P07 - Tieppo</b>	N 7008195 E 507695	Processo de outorga em andamento			
<b>P08 - Vila Nova</b>	N 7011083 E 505437	Portaria nº 178, de 25/3/2022	8,16	10	81,5
<b>P09 - Salete</b>	N 7009919 E 507047	Portaria nº 460, de 18/08/2020	39,42	18	709,56
<b>P10 - Aparício 01</b>	N 7008296 E 508068	Processo de outorga em andamento			
<b>P11 - Parque da Maça</b>	N 7008375 E 509661	Portaria nº 631, de 06/09/2021	5,10	17	86,7
<b>P12 - Montana</b>	N 7011778 E 505763	Sem outorga			
<b>P13 - Portal 01</b>	N 7009302 E 508407	Portaria nº 75, de 01/09/2023	12,60	16	201,6

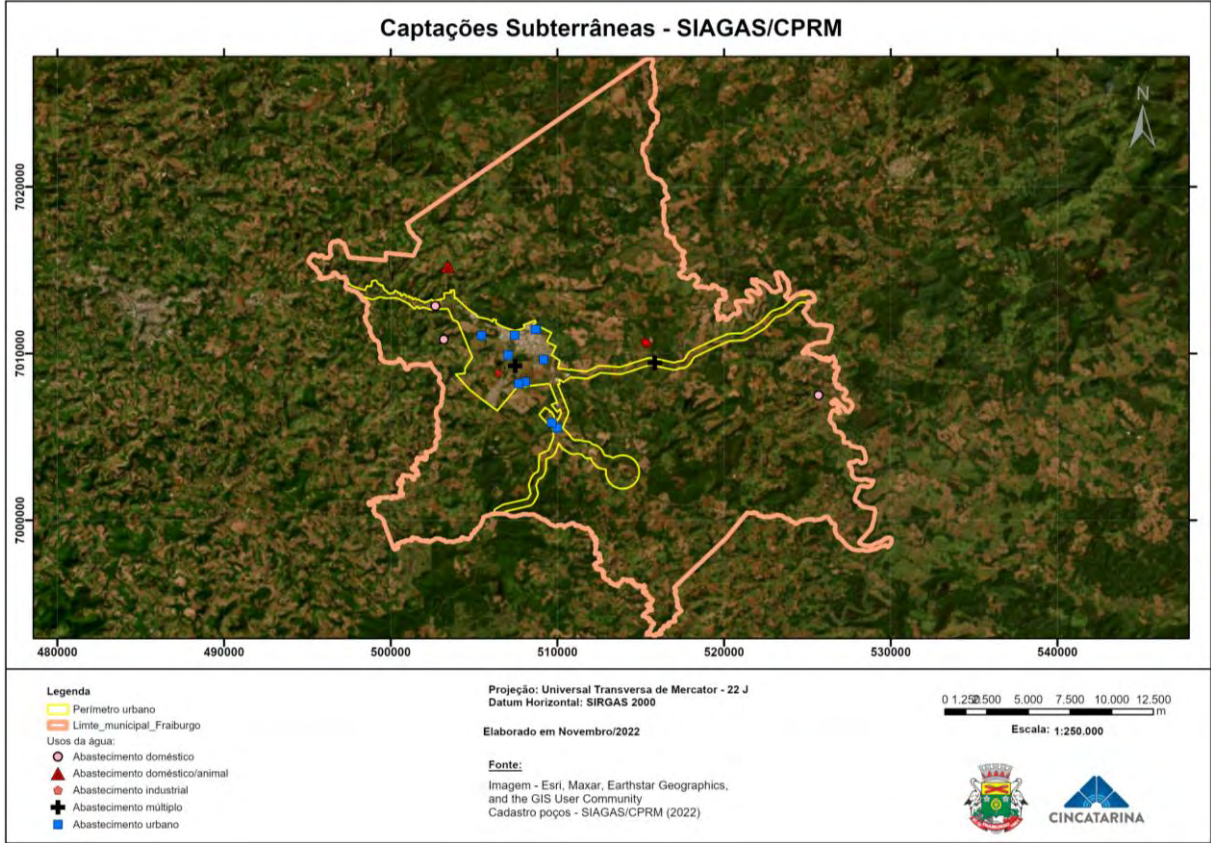
Poço	Coordenadas SIRGAS 2000 – UTM 22S	Portaria de outorga	Vazão outorgada (m³/h)	Horas de Captação (horas/dia)	Volume máximo diário captado (m³)
<b>P14 - Portal 02</b>	N 7008624 E 509099	Portaria nº 468, de 19/08/2020	24,00	18	432
<b>P15 - Liberata</b>	N 7006531 E 509638	Portaria nº 176, de 25/3/2022	10,66	12	128
<b>P16 - Aparício 02</b>	N 7008042 E 507784	Sem outorga			
<b>P17</b>	Poço ainda não foi instalado, outorga não solicitada				
<b>P18</b>	N 7009959 E 506763	Sem outorga			

Fonte: Elaboração própria.

Em consulta ao sistema SIAGAS (CPRM), verificou-se que, em novembro de 2022, havia apenas 20 poços tubulares cadastrados no município, sendo que 18 estavam em operação e a maioria deles eram utilizados para abastecimento urbano ou doméstico. Apenas 10 (P01 à P10) dos 17 poços explorados pela SANEFRAI constam neste cadastro. Informações mais detalhadas são apresentadas no Anexo 02.

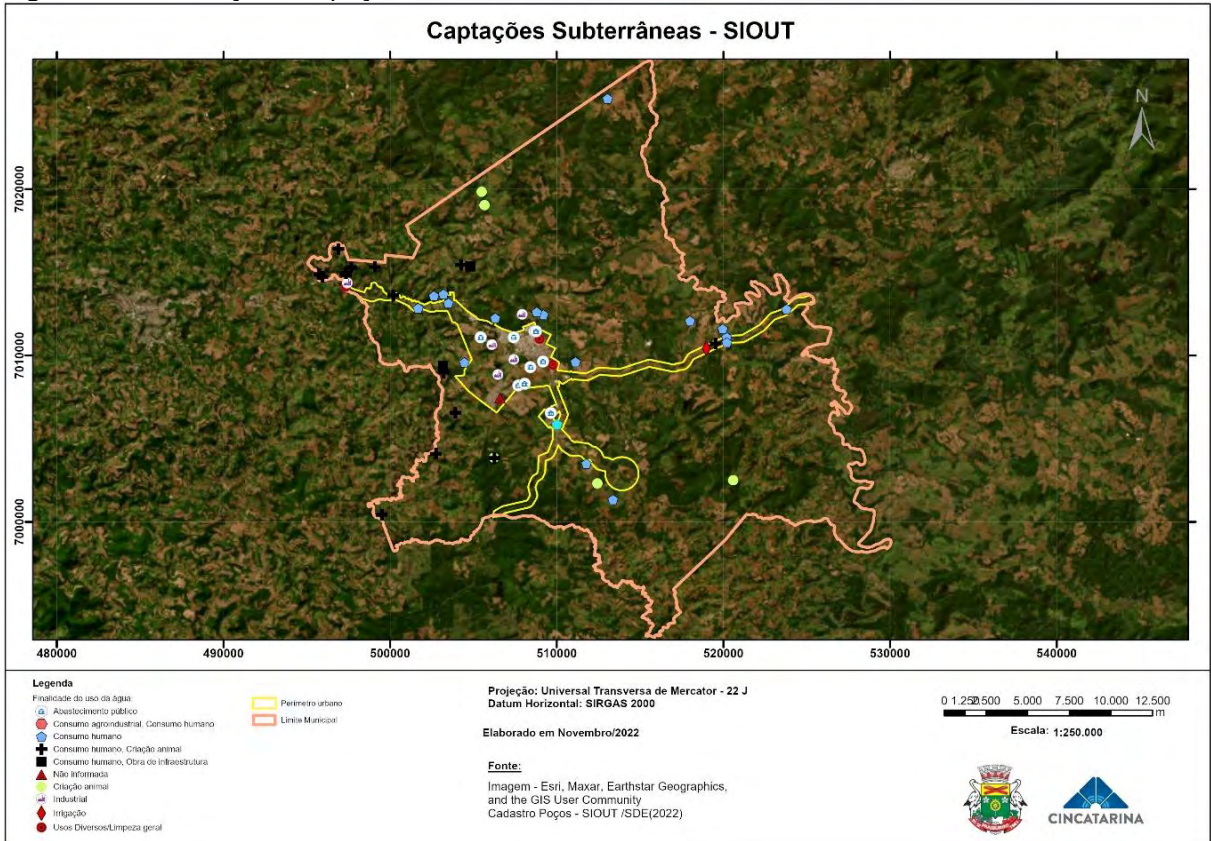
Em consulta ao Sistema de Outorga da Água de Santa Catarina (SIOUT), em novembro de 2022, foram identificados 63 poços tubulares dentro dos limites municipais de Fraiburgo. Apenas 09 dos 17 poços explorados pela SANEFRAI constam neste cadastro, apesar de 11 deles já possuírem outorga, o que indica que a base de dados pode estar desatualizada e que a quantidade de poços tubulares totais pode ser maior. Informações mais detalhadas são apresentadas no Anexo 03.

Figura 26: Localização dos poços tubulares – Cadastro SIAGAS.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 27: Localização dos poços tubulares – Cadastro SIOUT.



Fonte: Elaboração própria.

### 7.1.2. Sistema de abastecimento de água urbano

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) Urbano de Fraiburgo foi operado pela Companhia Catarinense de Saneamento – CASAN por um período de 30 anos. Em 2004, ao fim do período de concessão, o município decidiu municipalizar a gestão do sistema, criando a Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo – SANEFRAI, que é a responsável pela operação do sistema até hoje.

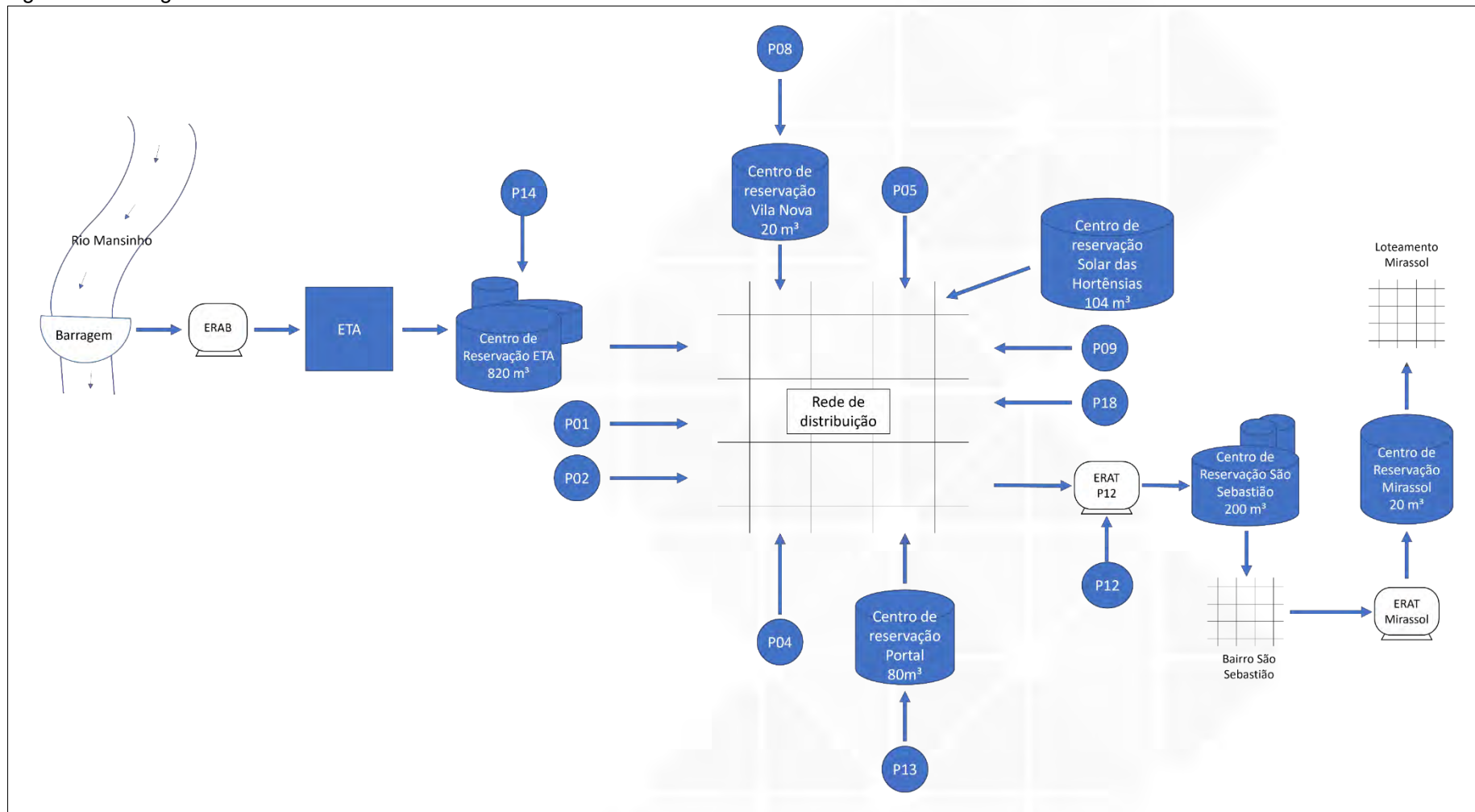
O SAA urbano atende a população urbana do município através de sete sistemas, independentes entre si, denominados: SAA principal, SAA São Miguel, SAA Liberata, SAA Macieira, SAA Papuã, SAA Faxinal dos Carvalhos e SAA Dez de Novembro.

Além desses sete sistemas, a SANEFRAI também opera o sistema responsável pelo abastecimento do Parque da Maçã, que conta com um poço profundo e quatro reservatórios.

#### 7.1.2.1. SAA Central

O SAA Central abastece toda a região central do município, atendendo os bairros: Bela Vista, Centro, Das Nações, Fischer, Jardim América, Jardim das Araucárias, Jardim das Hortênsias, Nossa Senhora da Salete, Portal, Roland Mayer, Santo Antônio, Santa Mônica, São José e São Sebastião. Esse SAA é suprido através da exploração de uma captação superficial, o Rio Mansinho, e 10 poços tubulares. A água captada no Rio Mansinho passa por processo de tratamento convencional em uma estação de tratamento de água (ETA), enquanto a água captada na maioria dos poços passa apenas processo de desinfecção e fluoretação. O SAA Central conta com seis centros de reservação, com capacidade de 1.244 m<sup>3</sup> e duas unidades de recalque de água tratada. A partir da documentação entregue e das informações coletadas durante visita as unidades foi elaborado um fluxograma do SAA Central do município, que é mostrado na Figura 28.

Figura 28: Fluxograma do SAA Central.



Fonte: Elaboração própria.

- Captação Rio Mansinho e adução

A captação superficial do SAA Central é realizada através de barragem de elevação de nível de concreto, instalada no Rio Mansinho com coordenadas UTM 22S: E 509226 e N 700531 (SIRGAS 2000). O Rio Mansinho nasce no território municipal de Fraiburgo, próximo ao bairro São Miguel, e até o ponto de captação tem uma área de drenagem de 22,97 Km<sup>2</sup>.

Figura 29: Captação de água superficial - Rio Mansinho -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 30: Barragem de nível - Captação de água superficial - Rio Mansinho -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água represada segue por gravidade através de um canal de tomada, onde passa por unidade de gradeamento, com sistema de limpeza manual, para retirada de sólidos grosseiros.

A estação de recalque de água bruta (ERAB) conta com dois conjuntos motobomba instalados (CMB) (1 em operação e 1 reserva). Os dois conjuntos têm bombas do tipo eixo horizontal, marca THEBE, que recalca até 25 L/s a uma altura manométrica de 200 mca e motor WEG com potência de 100 cv. O conjunto CMB 01 é acionado através de inversor de frequência e o CMB 02 tem partida através de soft starter. Há sistema de telemetria instalado na captação que permite o monitoramento remoto da operação dos equipamentos. Não há macromedidor na captação, o controle da água captada é feito na entrada da ETA. A adução de água bruta do Rio Mansinho até a ETA se dá por uma adutora, em ferro fundido, de 150 mm de diâmetro, com extensão de aproximadamente 6,2 km.

Figura 31: Estrutura civil para proteção do conjunto motobomba e painel -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 32: Conjuntos motobomba ERAB -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 33: Paineis de comando - ERAB -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Em visita, observou-se a necessidade de manutenção dos conjuntos motobombas para corrigir pequenos vazamentos.

- Estação de tratamento de água - ETA

A água bruta captada no Rio Mansinho é aduzida até a estação de tratamento de água instalada na Avenida Presidente Juscelino Kubitschek, no bairro Santo Antônio, conforme Figura 34, nas coordenadas UTM 22S: E 508649 e N 7009981 (SIRGAS 2000).

Figura 34: Localização da ETA.



Fonte: Elaboração própria.

A ETA em sua concepção original contava apenas com um conjunto de cinco filtros do tipo russo de fluxo ascendente, com capacidade nominal de 20 l/s. Em função das dificuldades para tratar a água superficial em períodos que esta apresentava concentrações elevadas de turbidez, foi instalado, no ano de 2020, um floccodcantador compacto, pré-fabricado, com capacidade nominal de 25 l/s.

Figura 35: Floccodecantador compacto, pré-fabricado, com capacidade nominal de 25 l/s -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água que chega na ETA é direcionada para uma calha Parshall (Figura 36), equipada com medidor de nível ultrassônico. Nesta, além do controle da vazão de entrada, é feita a dosagem de sulfato de alumínio e ocorre o processo de mistura rápida. Posteriormente, a água é direcionada para o floculador mecânico, dotado de quatro câmaras com agitadores mecânicos, e na sequência a água é direcionada para decantador lamelar para decantação dos flocos.

Figura 36: Entrada de água - Calha Parshall -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 37: ETA – Flocculador -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 38: ETA – Decantador lamelar -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A partir do decantador, a água é enviada para o tanque de água decantada (15 m³) (Figura 39) e então recalçada, através de uma elevatória de 10 CV, para uma caixa de distribuição elevada. Dessa caixa, a água segue para os filtros russos. Após a filtração, a água é direcionada para uma caixa de contato, onde é feita a dosagem de solução de hipoclorito de sódio e de ácido fluossilícico.

Figura 39: Tanque de água decantada e elevatória de água -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 40: Filtros russos e caixa de distribuição (em destaque) -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Em 2020, foi construída uma nova casa de química para armazenamento e preparo das soluções utilizadas no tratamento da água na ETA. Nesta estrutura, estão instalados cinco tanques em polietileno de 1000L para armazenamento das soluções de sulfato de alumínio, dois tanques em polietileno de 1000 L para armazenamento da solução de hipoclorito de sódio e um tanque em polietileno para solução de carbonato de cálcio. A nova estrutura não conta com bacias de contenção para evitar o alastramento de eventuais derramamentos ou vazamentos dos produtos químicos.

Figura 41: Casa de química - Entrada principal -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 42: Casa de química – Armazenamento produtos químicos – Sulfato de Alumínio -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 43: Casa de química – Produtos químicos – Hipoclorito de Sódio -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 44: Casa de química – Produtos químicos – Carbonato de Sódio -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O ácido fluossilícico utilizado na ETA está acondicionado em um contêiner de 1000L, posicionado em estrutura abaixo da caixa de distribuição, a diluição ocorre em reservatório em PRFV instalado abaixo do contêiner. Não há qualquer tipo de estrutura para conter possível vazamento deste produto.

Figura 45: Armazenamento produtos químicos – Ácido Fluossilícico -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Os produtos químicos utilizados para tratamento da água dos poços ficam estocados em contêiners de 1000 L, posicionados no fundo do terreno da ETA. A estrutura também não possui bacia de contenção para evitar eventuais derramamentos e contaminação do solo (Figura 46).

A ETA não possui sistema para tratamento do lodo gerado durante o processo de tratamento. Os efluentes de descarga de fundo dos decantadores e da limpeza dos filtros são descartados no sistema de drenagem pluvial, sem qualquer tipo de tratamento. A SANEFRAI informou que está elaborando os projetos para a adequação do armazenamento de químicos e para a construção de unidade de tratamento de lodo gerado na ETA.

No terreno da ETA, fica ainda o almoxarifado, o laboratório e as estruturas de suporte aos funcionários: cozinha, refeitório e banheiros.

Figura 46: Estoque de produtos químicos utilizados nos poços.



Fonte: ARIS (2022).

- P01 – Poço Nações

O poço P01, instalado no ano de 2005, está localizado no bairro Nações, conforme Figura 47, nas coordenadas UTM 22S: E 509168 e N 7009627 (SIRGAS 2000).

Figura 47: Localização do Poço P01.



Fonte: Elaboração própria.

Este poço tem uma profundidade de 80 metros e diâmetro de 6 polegadas, o teste de vazão realizado em 2019 apontou uma vazão de estabilização de 28,29 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 20 cv e está instalada a uma profundidade de 48 metros, tendo partida através de inversor de frequência. O controle dos volumes captados é feito através de macromedidor do tipo Woltmann DN 50 mm (Figura 48). O painel de comando do poço foi substituído recentemente, tendo também sido instalado sistema de telemetria para controle da operação desse. Em 2023, o período médio de funcionamento diário do P01 foi de aproximadamente 20,3 horas, resultando em uma captação média diária de 462 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 48: Macromedidor P01 - Poço Nações -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água captada é tratada em uma unidade de tratamento simplificado (UTS) instalada próxima ao poço, onde é submetida a processo de desinfecção e fluoretação. A dosagem dos produtos químicos se dá através de bombas dosadoras tipo diafragma que são ativadas durante a operação do poço.

Figura 49: Casa de química da captação P01 – Poço Nações -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 50: Sistema de tratamento do P01 – Bombas dosadoras -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Os produtos químicos são armazenados em reservatórios em polietileno, não existem bacias de contenção no entorno dos tanques.

Figura 51: Sistema de tratamento do P01 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico (A) e hipoclorito de sódio(B) -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

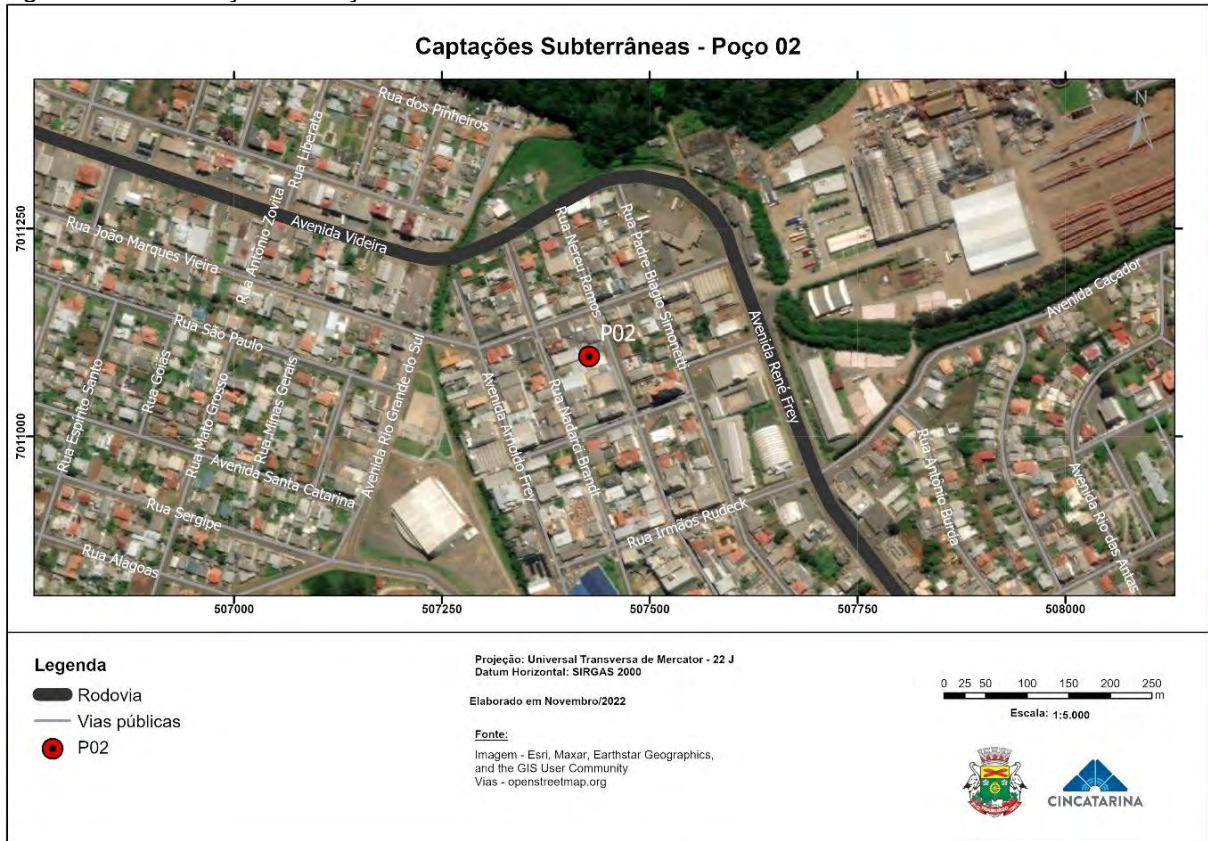
A água tratada é direcionada para a rede de distribuição. Em visita, verificou-se a necessidade de melhorar as condições de conservação e estrutura da UTS, sendo recomendada a instalação de piso cerâmico, execução de acabamento e pintura das paredes, separação da área de armazenamento dos produtos químicos e dos painéis de comando e telemetria. A área é cercada e possui portão com cadeado, no entanto, no dia da visita, o cercado estava danificado. A SANEFRAI já possui um projeto para adequação dessa unidade.

- P02 – Poço Nereu Ramos

O poço P02 está instalado no estacionamento da Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo – SANEFRAI, no bairro Nereu Ramos, conforme Figura 52, nas coordenadas UTM 22S: E 507427 e N 7011096 (SIRGAS 2000).

O P02 tem uma profundidade de 94 metros e diâmetro de 6 polegadas, o teste de vazão realizado em 2019 apontou uma vazão de estabilização de 33,0 m<sup>3</sup>/h em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 18 cv e está instalada a uma profundidade de 60 metros. Há um macromedidor instalado no cavalete do tipo Woltmann DN 50 mm (Figura 53) para controle dos volumes captados. O poço conta com sistema de telemetria para visualização e controle da operação do poço. Em 2023, o período médio de funcionamento diário foi de 21,09 horas, resultando em uma captação média diária de 531,90 m<sup>3</sup>/dia. A água captada, após dosagem de produtos químicos, é direcionada para a rede de distribuição.

Figura 52: Localização do Poço P02.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 53: Cavalete P02 – Poço Nereu Ramos – 03/2020.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 54: UTS - Poço Nereu Ramos – 03/2020.



Fonte: Acervo próprio.

Os produtos químicos são armazenados em reservatórios em polietileno, não existe qualquer tipo de estrutura de contenção para o caso de vazamentos.

Figura 55: UTS P02 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico (A) e hipoclorito de sódio(B) - 03/2020.



Fonte: Acervo próprio.

Em visita, verificou-se a necessidade de melhorar as condições da UTS com a instalação de piso cerâmico, a adequação das estruturas de apoio dos tanques, a execução de acabamento e pintura das paredes, na parte interna e externa. A SANEFRAI já possui um projeto para adequação dessa unidade.

- P04 – Poço Pomifrai

O poço P04 está instalado no mesmo terreno onde fica ETE Jardim América e a unidade de triagem de resíduos, ao final da Avenida Caçador, no bairro Jardim América, conforme Figura 56, nas coordenadas UTM 22S: E 508741 e N 7011447 (SIRGAS 2000). Este poço foi instalado em 2008 e tem uma profundidade de 105 metros. O teste de vazão, realizado em 2019, indicou uma vazão de estabilização de 31,68 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas.

Figura 56: Localização do Poço P04.



Fonte: Elaboração própria.

A captação se dá através de motobomba submersa com potência de 20 cv, cujo acionamento se dá através de inversor de frequência. Para controle dos volumes captados, há um macromedidor do tipo Woltmann DN 50 mm instalado em cavalete

de 2 polegadas. Em 2023, o período médio de funcionamento diário foi de 20,47 horas, resultando em uma captação média diária de 261,39 m³/dia.

A água passa por processo de desinfecção e fluoretação. A dosagem dos produtos é feita diretamente no cavalete através de bombas dosadoras tipo diafragma. Os produtos químicos são armazenados em tanques em polietileno, sem qualquer tipo de estrutura de contenção de vazamentos no entorno dos tanques. A água tratada é direcionada para a rede de distribuição.

Figura 57: UTS P04 – Poço Pomifrai -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 58: Cavalete P04 – Poço Pomifrai -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 59: Sistema de tratamento do P04 – Bombas dosadoras -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 60: Sistema de tratamento do P04 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico (A) e hipoclorito de sódio(B) -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Em visita, verificou-se a necessidade de melhorar as condições da UTS com a instalação de piso cerâmico, a adequação das estruturas de apoio dos tanques, a execução de acabamento e pintura das paredes, e a separação dos painéis de comando e telemetria do local onde estão os produtos químicos. A SANEFRAI já possui um projeto para adequação dessa unidade.

- P05 – Poço Caçador

O poço P05 está instalado em área situada na Avenida Caçador, bairro Jardim América, conforme Figura 61, nas coordenadas UTM 22S: E 508665 e N 7011450 (SIRGAS 2000). O poço tem uma profundidade de 64 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão, realizado em 2019, apontou uma vazão de estabilização de 16,00 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 12 cv e está instalada a uma profundidade de 42 metros, o acionamento da bomba se dá através de inversor de frequência. Há um macromedidor, do tipo Woltmann DN 50 mm, instalado no cavalete para controle dos volumes captados. O painel de comando foi substituído recentemente, também foi instalado painel de telemetria para monitoramento remoto da operação do poço. Em 2023, o período médio de funcionamento diário foi de 17,48 horas, resultando em uma captação média diária de 226,77 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 61: Localização do Poço P05.



Fonte: Elaboração própria.

A água captada é tratada em uma unidade de tratamento simplificado (UTS) instalada próxima ao poço, onde é submetida a processo de desinfecção e

fluoretação. A dosagem dos produtos químicos se dá através de bombas dosadoras tipo diafragma, que são ativadas durante a operação do poço. Os produtos químicos são armazenados em reservatórios em polietileno, não existe qualquer tipo de estrutura de contenção para o caso de possíveis vazamentos. A água tratada é direcionada direto para a rede de distribuição.

Figura 62: Visão geral do P05 – Poço Caçador -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 63: Sistema de tratamento do P05 – Bombas dosadoras -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 64: Sistema de tratamento do P05– Tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico (A) e hipoclorito de sódio(B) -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Em visita, verificou-se que a estrutura civil da UTS está comprometida, apresentando leve inclinação e algumas rachaduras devido ao recalque do solo. A SANEFRAI informou que está avaliando a construção de uma nova UTS em outro local.

- P08 – Poço Vila Nova

O poço P08 está instalado no cruzamento entre a Rua Amâncio Chelli e a Rua Vicentina Setti Ferreira, conforme Figura 65, nas coordenadas UTM 22S: E 505437 e N 7011083 (SIRGAS 2000).

Figura 65: Localização do Poço P08.



Fonte: Elaboração própria.

O P08 tem uma profundidade de aproximadamente 60 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão, realizado em 2019, apontou uma vazão de estabilização de 11,65 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 7 cv, seu acionamento se dá através de soft starter. Há um macromedidor instalado no cavalete do tipo Woltmann DN 50 mm (Figura 66) para controle dos volumes captados. O painel de comando foi substituído recentemente, também foi instalado painel de telemetria para visualização da operação do poço. Em 2023, o período médio de funcionamento diário foi de 7,39 horas, resultando em uma captação média diária de 80,16 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 66: Cavalete P08 – Poço Vila Nova -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água captada é tratada em uma unidade de tratamento simplificado (UTS) instalada próxima ao poço (Figura 67), onde é submetida a processo de desinfecção e fluoretação. A dosagem dos produtos químicos se dá através de bombas dosadoras tipo diafragma, que são ativadas junto a operação do poço (Figura 68). Os produtos químicos são armazenados em reservatórios em polietileno, sem qualquer tipo de estrutura para a contenção de possíveis vazamentos.

Figura 67: Visão geral da captação P08 – Poço Vila Nova -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 68: Sistema de tratamento do P08 – Bombas dosadoras -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 69: Sistema de tratamento do P08 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico e hipoclorito de sódio -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

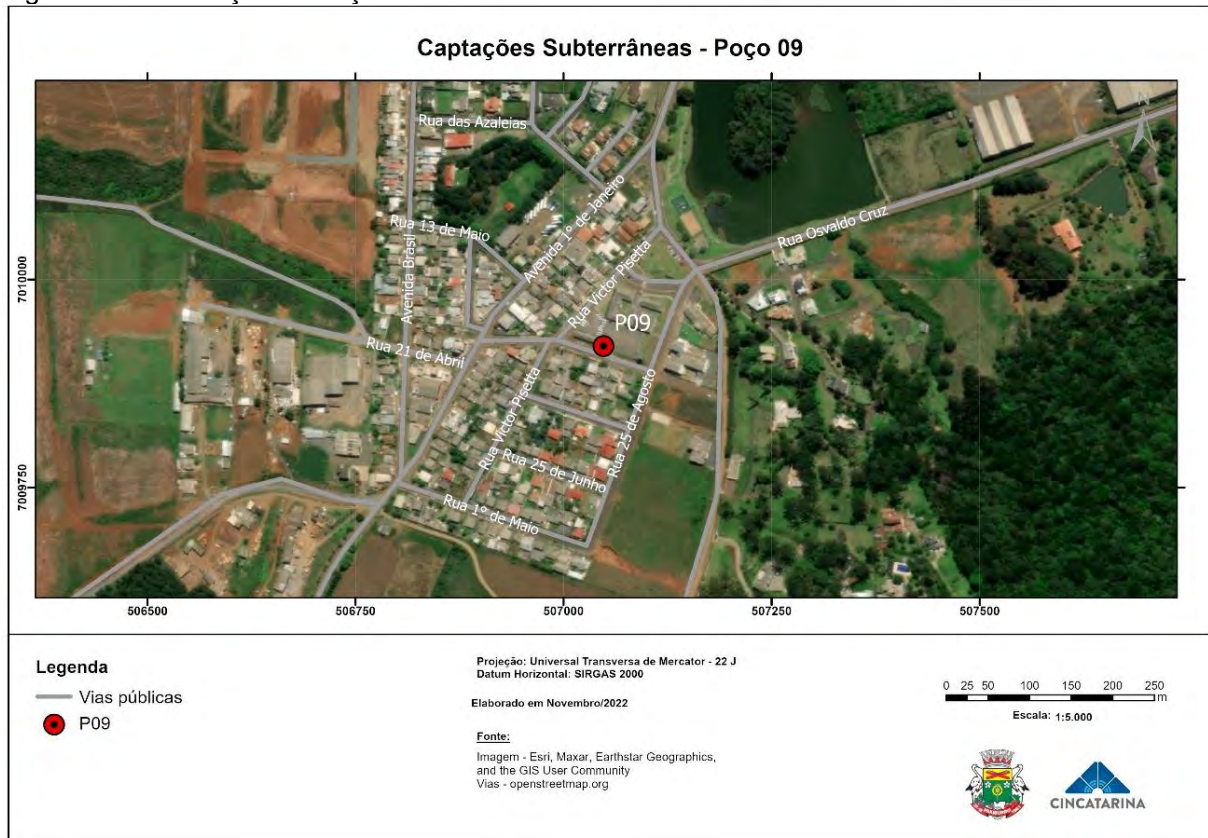
Em visita, verificou-se que a unidade estava adequadamente cercada. No entanto, observou-se a necessidade de realização de uma série de melhorias na UTS, como a instalação de piso cerâmico, a adequação das estruturas de apoio dos tanques, a substituição dos tanques, a separação dos painéis de comando e telemetria do local onde estão os produtos químicos, a execução de acabamento e pintura das paredes. A SANEFRAI já possui um projeto para adequação dessa unidade.

Após a dosagem de produtos, a água é direcionada para um reservatório em PRFV de 20 m<sup>3</sup>, instalado em área elevada do outro lado da estrada, e então introduzida na rede de distribuição para abastecer o Bairro Vila Nova. Nas horas de maior consumo, o bairro recebe reforço na distribuição do SAA Central.

- P09 – Poço Vila Salete

O poço P09 está instalado na Rua Vinte e Cinco de Dezembro aos fundos da unidade de saúde do bairro Vila Salete, conforme Figura 70, nas coordenadas UTM 22S: E 507047 e N 7009919 (SIRGAS 2000).

Figura 70: Localização do Poço P09.



Fonte: Elaboração própria.

O poço P09 tem uma profundidade de 90 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão, realizado em 2019, apontou uma vazão de estabilização de 56,57 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 32,5 cv, com partida através de inversor de frequência. Há um macromedidor, do tipo Woltmann DN 80 mm, instalado no cavalete (Figura 71) para controle dos volumes captados. O painel de comando foi substituído em 2020, quando também foi instalado o painel de telemetria para visualização e controle da operação do poço. Em 2023, o poço operou com uma vazão média diária de 887,08 m<sup>3</sup>/dia, operando cerca de 21,12 horas por dia.

Figura 71: Cavalete P09 – Vila Salete -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água captada é tratada em uma unidade de tratamento simplificado (UTS) instalada ao lado do poço, onde é submetida a processo de desinfecção e fluoretação. Após o tratamento, a água é direcionada para a rede distribuição.

Figura 72: Visão geral do poço P09 – Poço Vila Salete -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A dosagem dos produtos químicos se dá através de bombas dosadoras tipo diafragma, que são ativadas durante a operação do poço. Em 2021, foram iniciadas as obras para adequação da UTS, tendo sido realizada a ampliação da unidade e a subdivisão em duas salas: uma para abrigar os painéis de controle e outra para

armazenamento dos químicos. No entanto, as adequações ainda não foram totalmente finalizadas.

Figura 73: Poço P09 – Bombas dosadoras -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 74: Poço P09– Bombonas de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico e hipoclorito de sódio -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 75: Poço P09 - Novo sala para armazenamento dos químicos da UTS -10/2022.

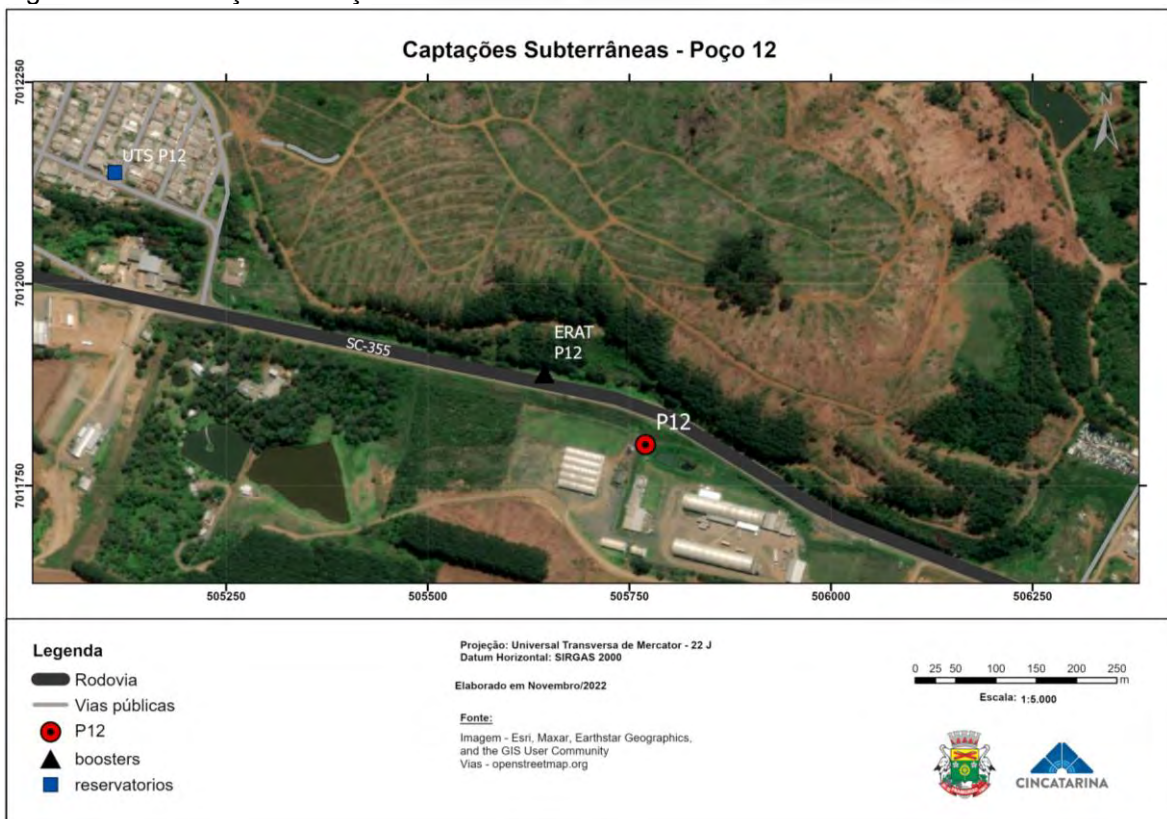


Fonte: Acervo próprio.

- P12 – Poço Montana

O poço 12 está instalado em terreno particular, próximo à Rodovia SC 355, conforme Figura 76, nas coordenadas UTM 22S: E 505763 e N 7011778 (SIRGAS 2000).

Figura 76: Localização do Poço P12.



Fonte: Elaboração própria.

Este poço tem uma profundidade de 120 metros e diâmetro de 8 polegadas (após reperfuração em 2016). O teste de vazão, realizado em 2017, indicou uma vazão de estabilização de 28,28 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas.

A captação se dá através de motobomba submersa com potência de 27,5 cv, cujo acionamento ocorre através de soft starter. Para o controle dos volumes captados, há um macromedidor do tipo eletromagnético DN 80 mm, instalado no cavalete do poço. Em 2023, o tempo de operação médio de captação foi é 10,56 horas por dia, com uma vazão média de exploração de cerca de 26,36 m<sup>3</sup>/h.

Figura 77: Cavalete P12 – Poço Montana -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água captada nesse poço é direcionada para estação de recalque de água (ERAT P12), localizada as margens da Rodovia SC 355. A partir dessa unidade, a água é recalçada até o centro de reservação do bairro São Sebastião. O tratamento dessa água ocorre em UTS instalada no mesmo terreno do centro de reservação. A água desse poço passa por processo de desinfecção e fluoretação, sendo a dosagem dos produtos feita na tubulação de entrada dos reservatórios elevados, através de bombas dosadoras tipo diafragma. Também é realizada a adição de ortopolifosfato de sódio à água. Não há bacias de contenção na UTS para os tanques de armazenamento dos produtos.

Figura 78: UTS P12 – Poço Montana -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 79: UTS P12 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: hipoclorito de sódio, ácido fluossilícico e ortopolifosfato de sódio -10/2022.



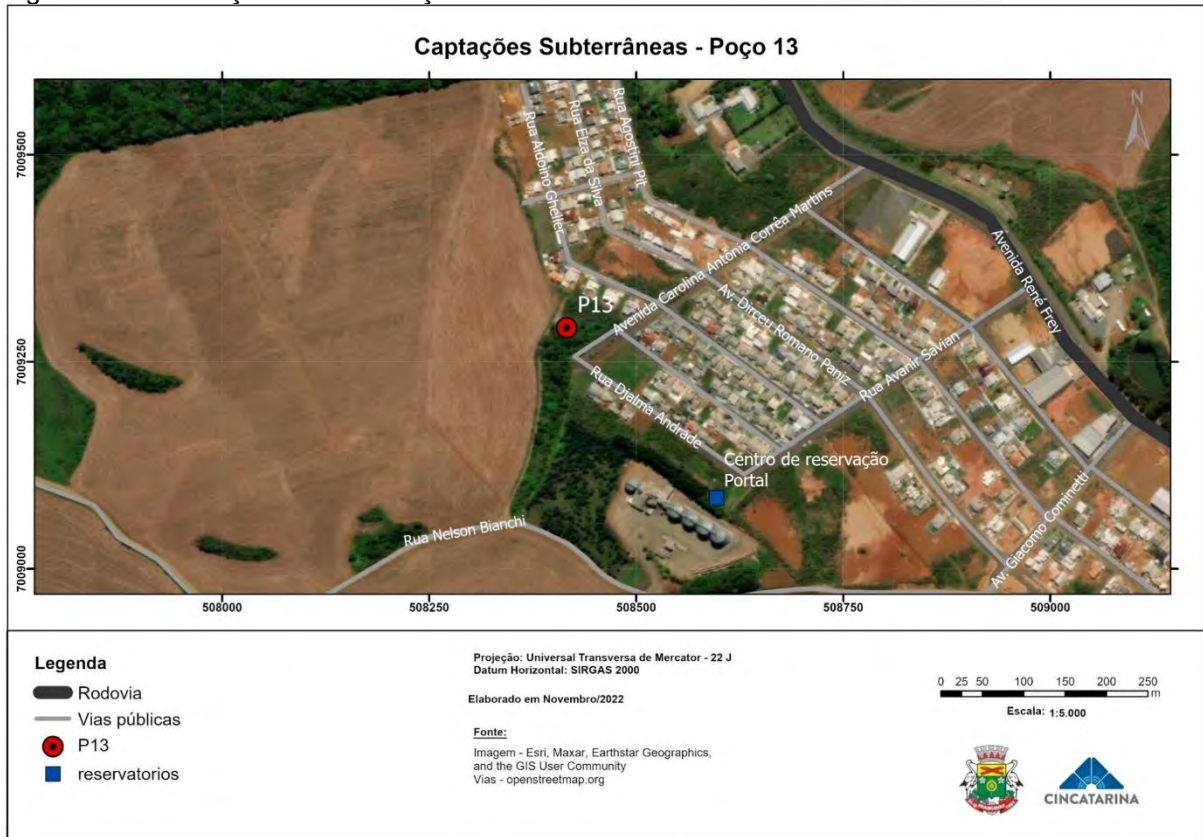
Fonte: Acervo próprio.

Em visita, verificou-se a necessidade de melhorar as condições da UTS com a instalação de piso cerâmico, nova pintura e a construção de bacias de retenção para os tanques de armazenamento de produtos químicos.

- P13 – Poço Portal I

O poço P13 está instalado no bairro Portal, conforme Figura 80, nas coordenadas UTM 22S: E 508407 e N 7009302 (SIRGAS 2000).

Figura 80: Localização do P13 - Poço Portal I.



Fonte: Elaboração própria.

O P13 tem uma profundidade de aproximadamente 124 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão, realizado em 2019, apontou uma vazão de estabilização de 18,00 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 11 cv, com partida através de soft starter. Há um macromedidor instalado no cavalete do tipo Woltmann DN 50 mm (Figura 81) para controle dos volumes captados. O painel de comando foi substituído recentemente, também foi instalado painel de telemetria para visualização e controle da operação do poço. Em 2023, o período médio de funcionamento diário foi de 15,95 horas, resultando em uma captação média diária de 299,44 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 81: Cavalete P13 – Poço Portal I - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água captada é tratada em uma unidade de tratamento simplificado (UTS) instalada próxima ao poço, onde é submetida a processo de desinfecção e fluoretação. A dosagem dos produtos químicos se dá através de bombas dosadoras tipo diafragma, que são ativadas durante a operação do poço (Figura 82). Os produtos químicos são armazenados em reservatórios em polietileno, sem qualquer tipo de estrutura para a contenção de possíveis vazamentos.

Figura 82: UTS P13 – Bombas dosadoras e tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilícico e hipoclorito de sódio.



Fonte: Acervo próprio.

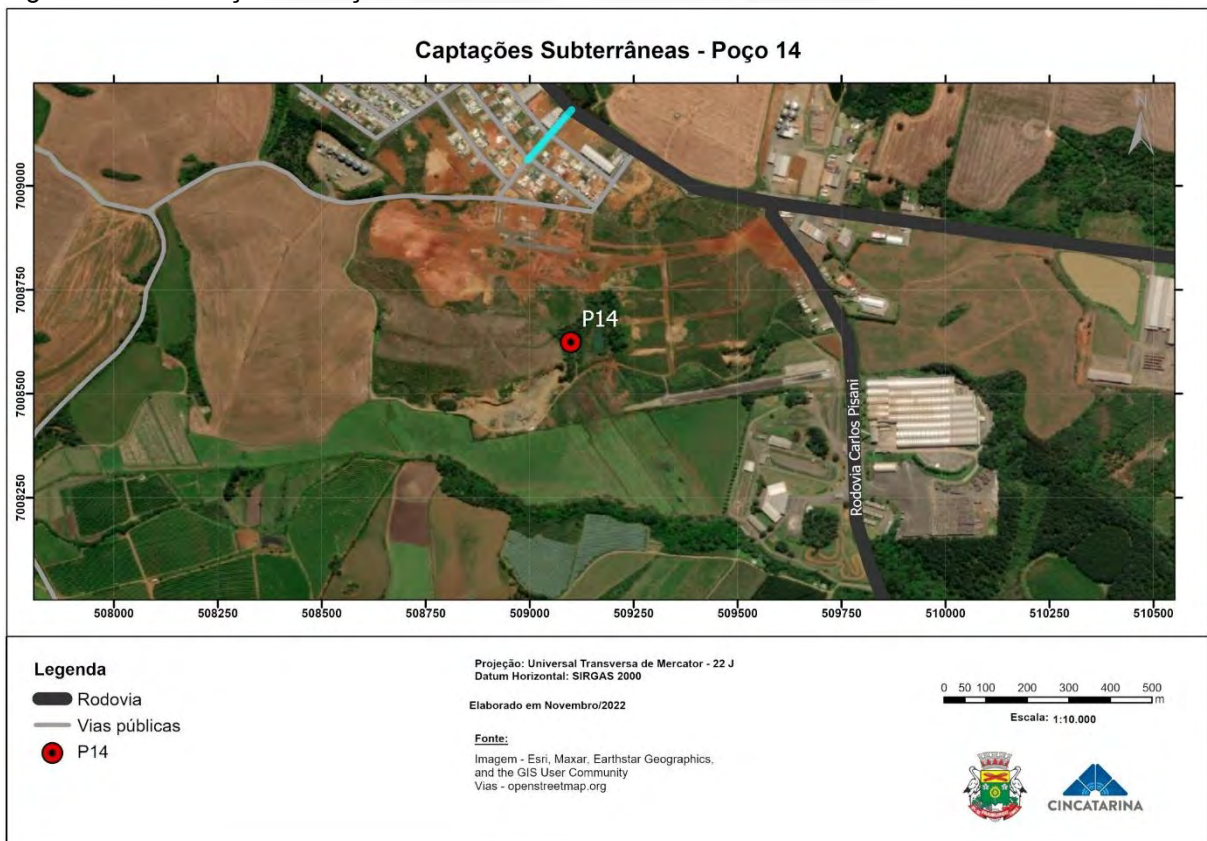
Em visita, verificou-se que a unidade estava adequadamente cercada. No entanto, observou-se a necessidade de realização de uma série de melhorias na UTS, como a instalação de piso cerâmico, a separação dos painéis do local onde ficam armazenados os produtos químicos, a construção de bacias de contenção para os tanques, a substituição dos tanques, e a pintura das paredes. A SANEFRAI já possui um projeto para adequação dessa unidade.

Após a dosagem de produtos, a água é direcionada para o centro de reservação Portal, instalado em área elevada do bairro, a partir do qual a água segue para a rede de distribuição.

- P14 – Poço Portal II

O P14 também está instalado no bairro Portal, conforme Figura 83, nas coordenadas UTM 22S: E 509099 e N 7008624 (SIRGAS 2000).

Figura 83: Localização do Poço P14.



Fonte: Elaboração própria.

O poço tem uma profundidade de 90 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão, realizado em 2019, apontou uma vazão de estabilização de 34,44 m³/h, em

um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 27,5 cv, cuja partida se dá através de soft starter. Há um macromedidor, do tipo Woltmann DN 80 mm, instalado no cavalete para controle dos volumes captados. O painel de comando foi substituído recentemente, o poço também conta com sistema de telemetria para monitoramento remoto de sua operação. Em 2023, o período médio de funcionamento diário foi de 18,27 horas, resultando em uma captação média diária de 695,42 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 84: Visão geral do poço P14 – Poço Portal II -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 85: Cavalete P14 – Poço Portal II -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água captada é direcionada para um reservatório elevado na ETA, onde ocorre a dosagem de hipoclorito de sódio e ácido fluossilícico, e depois segue para a distribuição.

- P18 – Poço Solar das Hortênsias

O poço P18 está instalado no bairro Vila Salete, conforme Figura 86, nas coordenadas UTM 22S: E 506763 e N 7009959 (SIRGAS 2000).

Figura 86: Localização do P18.



Fonte: Elaboração própria.

O P18 foi integrado ao sistema no início do ano de 2022 e ainda está operando com uma estrutura provisória, implantada antes da integração. Há uma estrutura simples apenas para abrigar o painel de comando, os produtos químicos ficam armazenados em bombonas expostas as intempéries.

Figura 87: Visão geral do Poço P18 -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A captação ocorre por meio de bomba com potência de 20 cv e acionamento por partida direta, com uma vazão média de 18,11 m<sup>3</sup>/h e tempo de operação diário de 12,86 horas. Há um hidrômetro instalado no cavalete do tipo multijato DN 40 mm para controle dos volumes captados.

Figura 88: Cavalete do poço P18 - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água captada recebe a dosagem de hipoclorito de sódio e ácido fluossilícico e posteriormente segue para a rede de distribuição. Verifica-se a necessidade de

adequações na estrutura do poço, como a construção de abrigo para armazenamento dos produtos químicos, substituição do painel de comando para o novo padrão adotado pela SANEFRAI.

- Reservação

O SAA Central conta com seis centros de reservação, com capacidade total de 1.244 m<sup>3</sup>. A relação das unidades de reservação presentes no sistema de abastecimento urbano e suas características são apresentadas na Tabela 33. Segundo informações da SANEFRAI, a limpeza de todos os reservatórios é feita anualmente.

Tabela 33: Centros de reservação do SAA Central.

Centro de reservação	Denominação	Endereço	Tipo	Material	Volume
<b>Centro de reservação ETA</b>	R.01	Avenida Presidente Juscelino Kubitscheck, bairro Santo Antônio (ETA)	Apoiado	Concreto armado	350
	R.02		Elevado	Concreto armado	120
	R.03		Apoiado	Concreto armado	350
<b>Centro de reservação Vila Nova</b>	Vila Nova	Rua Amâncio Chelli, bairro Roland Mayer	Apoiado	PRFV	20
<b>Centro de reservação São Sebastião</b>	São Sebastião 01	Rua Valter Schaly, bairro São Sebastião	Apoiado	Concreto armado	150
	São Sebastião 02		Apoiado	PRFV	2x25
<b>Centro de reservação Mirassol</b>	Mirassol	Rua Vergílio Thibes dos Santos, bairro São Sebastião	Elevado	PRFV	20
<b>Centro de reservação Portal</b>	Portal	Rua Djalma Andrade, bairro Portal	Elevado	PRFV	4x20
<b>Centro de reservação Solar das Hortênsias</b>	Jardim das Hortênsias	Rua das Gardênias, bairro Jardim das Hortênsias	Elevado	PRFV	4x26

Fonte: Elaboração própria.

No centro de reservação da ETA, localizado no terreno da ETA, encontram-se instalados 3 reservatórios: os R.01 e R.03, ambos em concreto, apoiado, e com capacidade de 350 m<sup>3</sup>, e o R.02, reservatório elevado, em concreto, com capacidade de 100 m<sup>3</sup>.

Figura 89: Centro de reservação ETA - Reservatório R.01 -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 90: Centro de reservação ETA - Reservatório R.02 -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 91: Centro de reservação ETA - Reservatório R.03 -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O segundo centro de reservação, reservatório Vila Nova, encontra-se em terreno privado na Rua Amâncio Chelli, bairro Roland Mayer, próximo ao poço P08, coordenadas UTM 22S: E 505443 e N 7011128 (SIRGAS 2000). O acesso ao reservatório se dá através de via privada. Este reservatório recebe água do P08 e distribui para o bairro.

Figura 92: Centro de reservação Vila Nova – Reservatório Vila Nova - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O terceiro centro de reservação está instalado na Rua Valter Schaly, no bairro São Sebastião, coordenadas UTM 22S: E 505112 N 7012137 (SIRGAS 2000). Este centro compreende um reservatório em concreto apoiado de 150 m<sup>3</sup> e outros dois reservatórios elevados em PRFV de 25 m<sup>3</sup> cada. No mesmo terreno, há um terceiro reservatório, em concreto, com capacidade de 60 m<sup>3</sup>, mas ele está desativado. Esse centro de reservação recebe água da ERAT São Sebastião (ERAT P12) e distribui água para o bairro. Não há macromedidor na saída do reservatório para controle dos volumes distribuídos. Em visita, observou-se a necessidade de pintura do reservatório em concreto.

Figura 93: Centro de reservação São Sebastião – Reservatório de 150 m<sup>3</sup> em concreto apoiado (A) e 2 reservatórios de 25 m<sup>3</sup> em PRFV elevados (B) -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O quarto centro de reservação, reservatório Mirassol, está instalado na esquina entre a Rua Vergílio Thibes dos Santos e a Rua das Andorinhas, também no bairro São Sebastião, coordenadas UTM 22S: E 504783 N 7012560 (SIRGAS 2000). Este centro compreende um reservatório elevado em PRFV de 20 m<sup>3</sup>, que recebe água da ERAT Mirassol e distribui para a região alta do bairro, área do Loteamento Mirassol. Não há macromedidor na saída do reservatório para controle dos volumes distribuídos. Em visita, observou-se a necessidade de pintura da estrutura que sustenta o reservatório.

Figura 94: Centro de reservação Mirassol – Reservatório de 20 m³ em PRFV elevado - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O quinto centro de reservação, Reservatório Portal, está instalado na Rua Djalma Andrade, no bairro Portal, coordenadas UTM 22S: E 508606 e N 7009086 (SIRGAS 2000). Este centro compreende um conjunto de quatro reservatórios, em PRFV, de 20 m³ cada, sobre estrutura elevada, que recebe água do poço P13 e distribui para o bairro.

Figura 95: Centro de reservação Portal - 4x20 m³ em PRFV – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O sexto centro de reservação, Reservatório Solar das Hortênsias, está instalado na Rua das Gardênias, no bairro Jardim das Hortênsias, coordenadas UTM 22S: E 506406 e N 7010483 (SIRGAS 2000). Este centro compreende um conjunto de quatro reservatórios, em PRFV, de 26 m³ cada, sobre estrutura elevada.

Figura 96: Centro de reservação Portal - 4x26 m³ em PRFV – 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

- Adução e recalque da água tratada

Para garantir a distribuição, o sistema conta com duas unidades de recalque de água tratada (Tabela 34).

Tabela 34: Relação das Unidades de Recalque do SAA Central.

Denominação atual	Localização	Coordenadas UTM 22S– SIRGAS 2000	Potência (cv)	Tipo de partida
<b>ERAT São Sebastião (P12)</b>	Rodovia SC - 355	E 505645 N 7011888	7,5 CV	Soft Starter
<b>ERAT Mirassol</b>	Rua Vergílio T. dos Santos	E 504783 N 7012560	1,0 CV	Partida direta

Fonte: Elaboração própria.

A ERAT São Sebastião, instalada as margens da Rodovia SC 355, é utilizada para recalcar a água do poço P12 até o centro de reservação São Sebastião. Á água que chega na ERAT é armazenada em dois reservatórios em PRFV de 20 m<sup>3</sup>, sendo recalçada através de dois conjuntos motobomba de 7,5 cv, um em operação e outro reserva. Em algumas situações, a ERAT também recebe água da rede de distribuição.

Figura 97: ERAT São Sebastião (P12) - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 98: ERAT São Sebastião - Conjuntos motobomba 7,5 cv - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 99: ERAT 01 – Painel de comando com soft starter e painel de telemetria -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A ERAT Mirassol é uma pequena unidade de recalque instalada para alimentar o reservatório Mirassol, que abastece a parte alta do bairro São Sebastião (loteamento Mirassol). A ERAT conta com um conjunto de dois reservatórios, em PRFV, de 20 m<sup>3</sup>, que recebem água da rede de distribuição e alimentam um conjunto motobomba de 1 CV. A operação da motobomba se dá conforme o nível do reservatório elevado, controlado por boia elétrica, e é acionada por partida direta. A ERAT não possui conjunto motobomba reserva instalado.

Figura 100: ERAT Mirassol - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 101: ERAT Mirassol - motobomba 1CV -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

- Pesquisa de satisfação

A pesquisa de satisfação recebeu 52 participações de usuários do SAA Central. Em relação ao atendimento às reclamações, 55,77% dos participantes avaliaram esse serviço como muito bom ou bom, 30,77% informaram que consideravam o atendimento às reclamações como regular, os outros 13,46% consideraram esse serviço como ruim ou muito ruim.

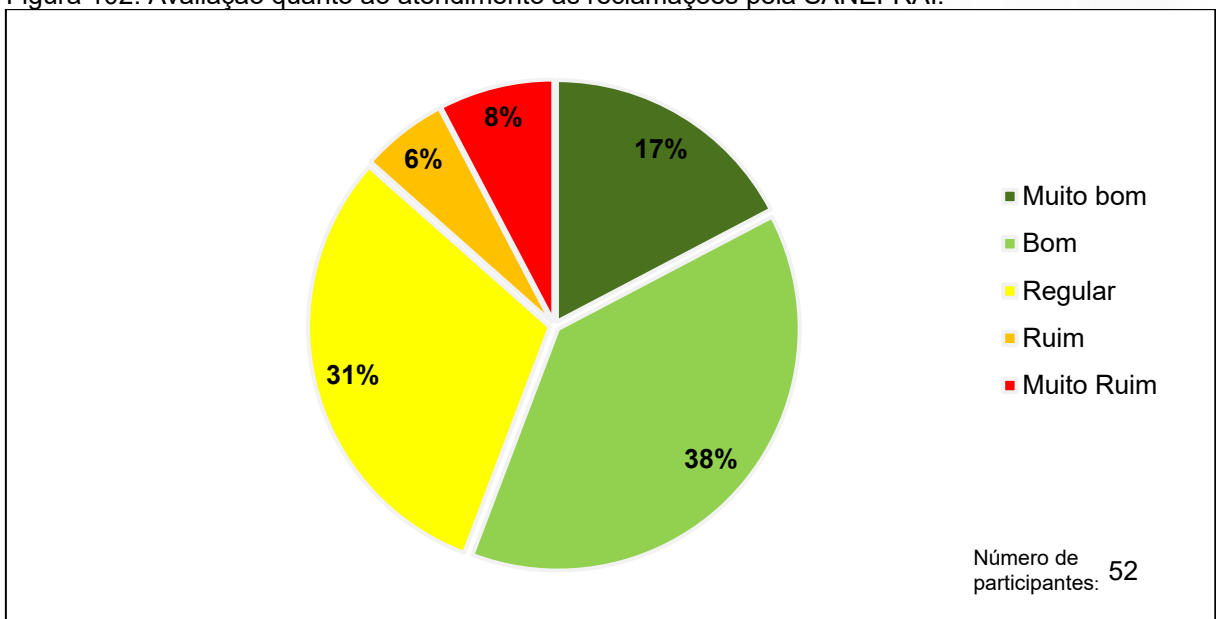
Quanto à satisfação em relação a cobranças e faturas, 65,38% dos participantes consideraram esse serviço como muito bom ou bom, 15,38% avaliaram como regular, e os outros 19,23% consideraram esse serviço como ruim ou muito ruim. Em relação à qualidade da água fornecida, 61,54% dos participantes avaliaram esta como muito boa ou boa, 25,00% informaram que considerava a qualidade da água como regular, os outros 13,46% classificaram a qualidade da água como ruim ou muito ruim.

Quanto à regularidade e continuidade no abastecimento, 46,15% dos participantes consideraram esse serviço como muito bom ou bom, 30,77% avaliaram como regular e 23,08% apontaram esse serviço como ruim ou muito ruim. Além disso, 75% informaram terem percebido perda de pressão da água proveniente da rede de

distribuição. No item de contribuição livre, os principais apontamentos foram sobre interrupções recorrentes no abastecimento nos bairros Jardim das Hortênsias, São Sebastião e Das Nações.

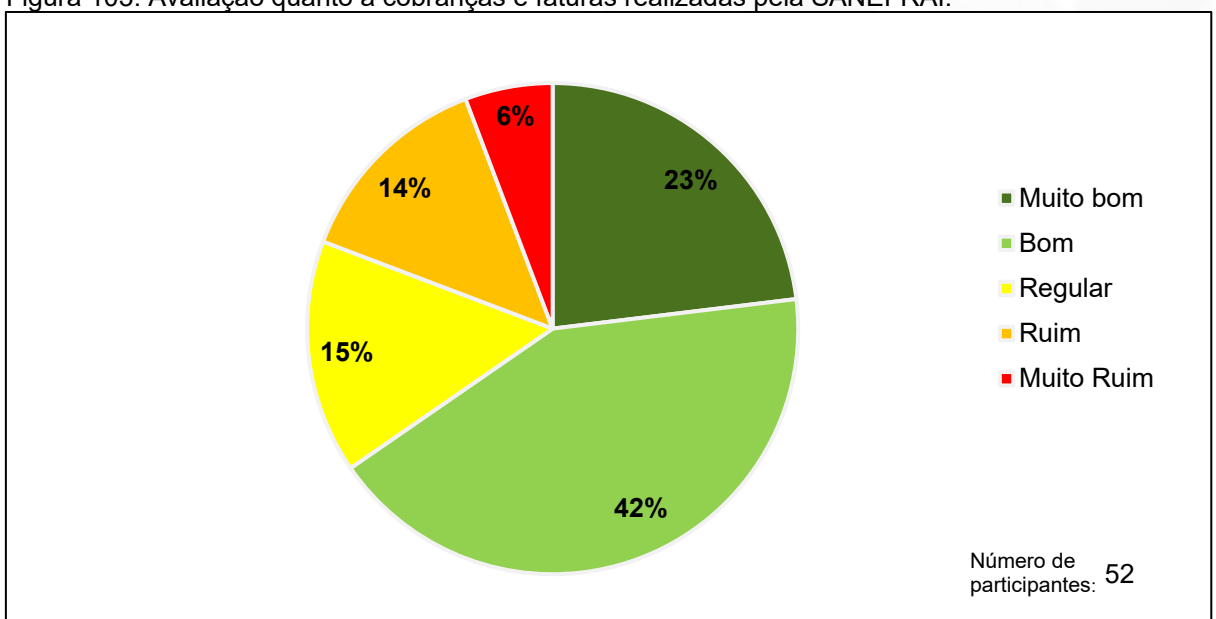
Quanto à satisfação geral em relação aos serviços de abastecimento de água prestados pela SANEFRAI, 56% informaram estar satisfeitos e 44% informaram não estar satisfeitos com os serviços. Os resultados da pesquisa são ilustrados nas imagens a seguir.

Figura 102: Avaliação quanto ao atendimento às reclamações pela SANEFRAI.



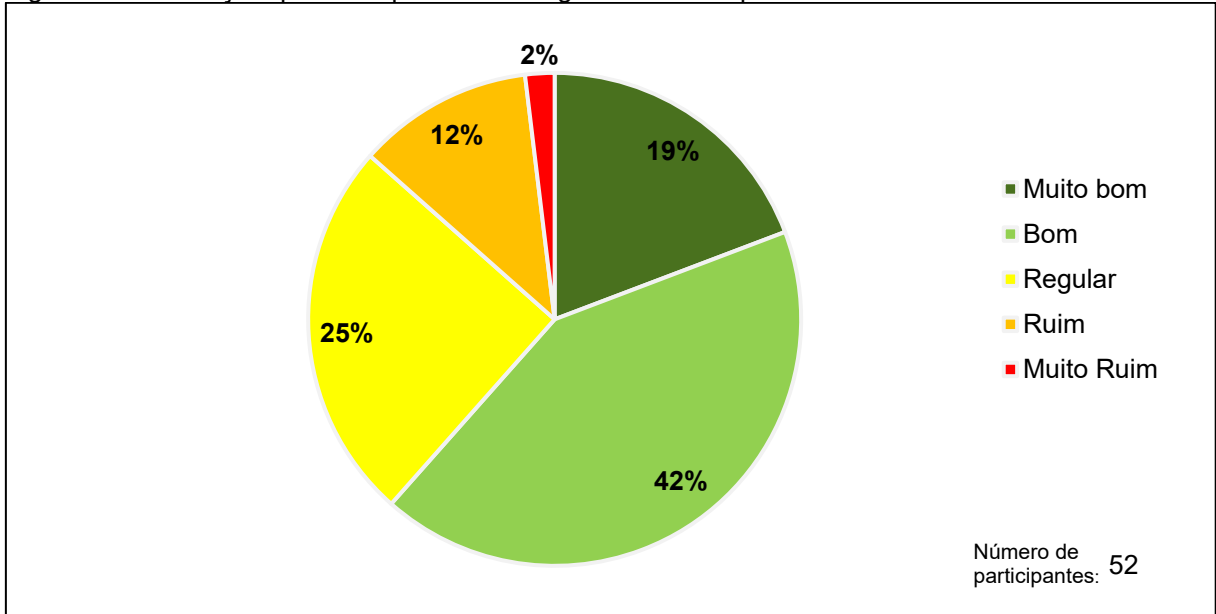
Fonte: Elaboração própria.

Figura 103: Avaliação quanto a cobranças e faturas realizadas pela SANEFRAI.



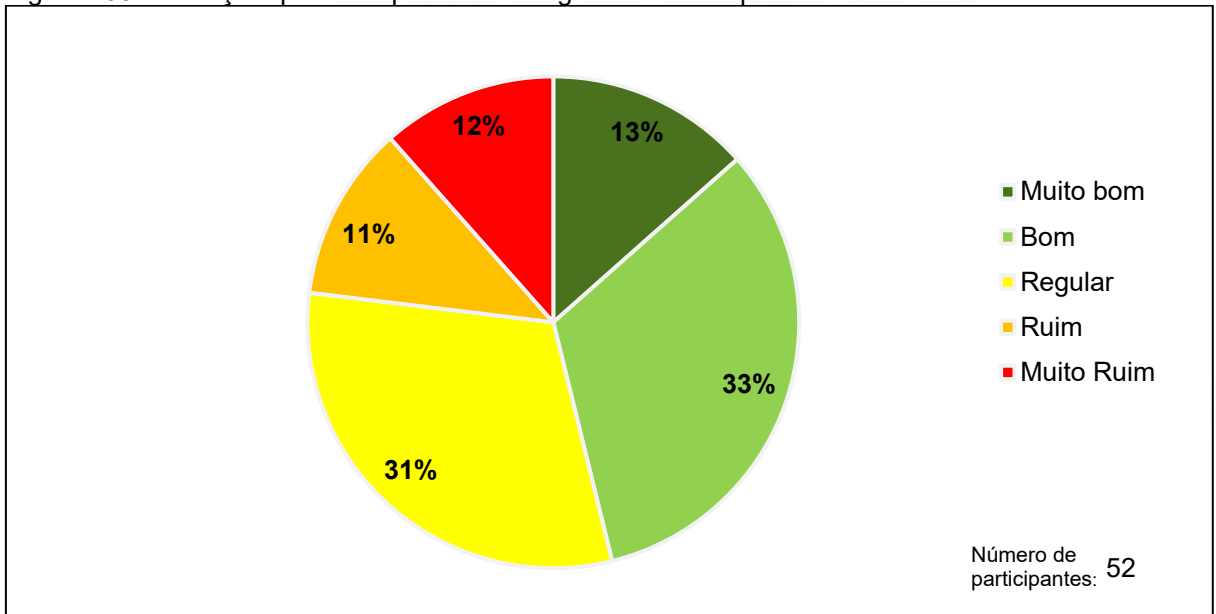
Fonte: Elaboração própria.

Figura 104: Avaliação quanto à qualidade da água distribuída pela SANEFRAI.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 105: Avaliação quanto à qualidade da água distribuída pela SANEFRAI.



Fonte: Elaboração própria.

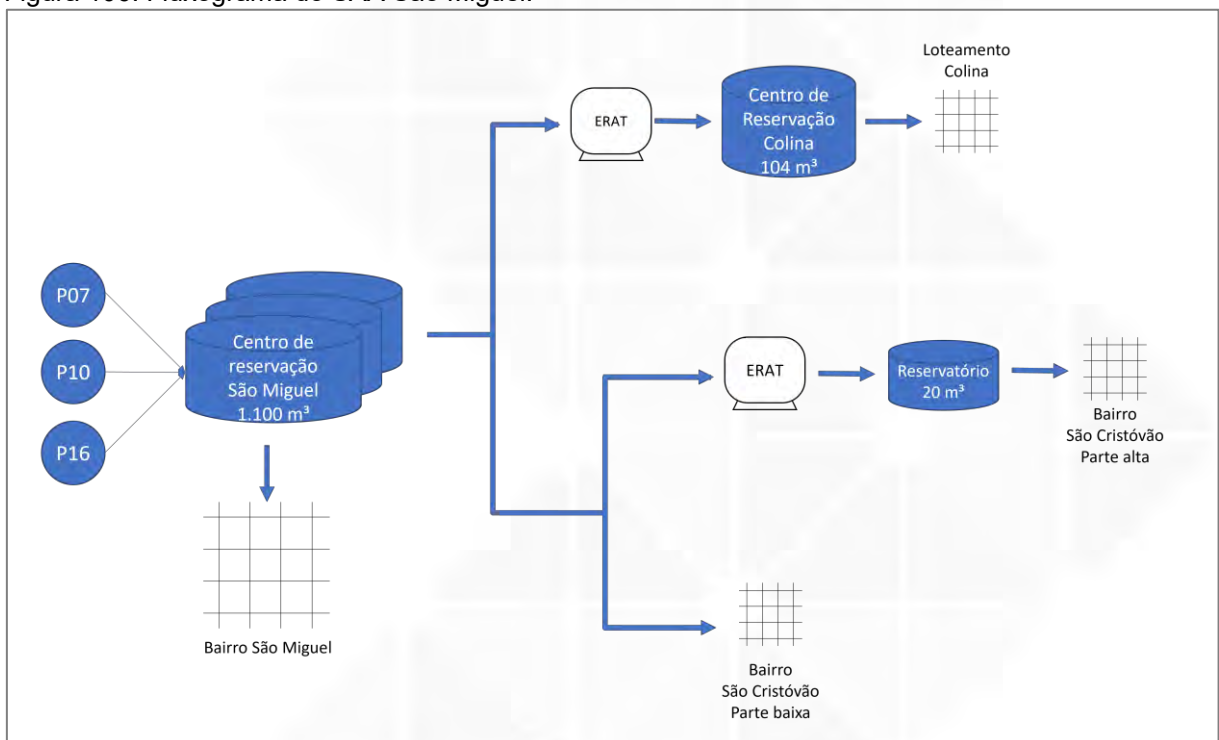
É importante destacar que os resultados não possuem representatividade estatística e não resumem necessariamente a opinião da população de Fraiburgo em relação aos serviços prestados.

7.1.2.2. SAA São Miguel

O SAA São Miguel atende os bairros São Miguel, Nossa Senhora Aparecida, São Cristóvão e o Loteamento Colina do Sol. Há ainda um registro de manobra que possibilita o envio de água para o SAA Central.

Este SAA é abastecido através de 3 poços tubulares (P07, P10 e P16), a água captada nesses poços é direcionada para o centro de reservação instalado no bairro São Miguel, onde é submetida a processos de desinfecção e fluoretação. O SAA São Miguel conta com três centros de reservação, com capacidade de 1.224 m³ e duas unidades de recalque de água tratada. A partir da documentação entregue e das informações coletadas durante visita as unidades foi elaborado um fluxograma do SAA São Miguel, que é mostrado na Figura 106.

Figura 106: Fluxograma do SAA São Miguel.

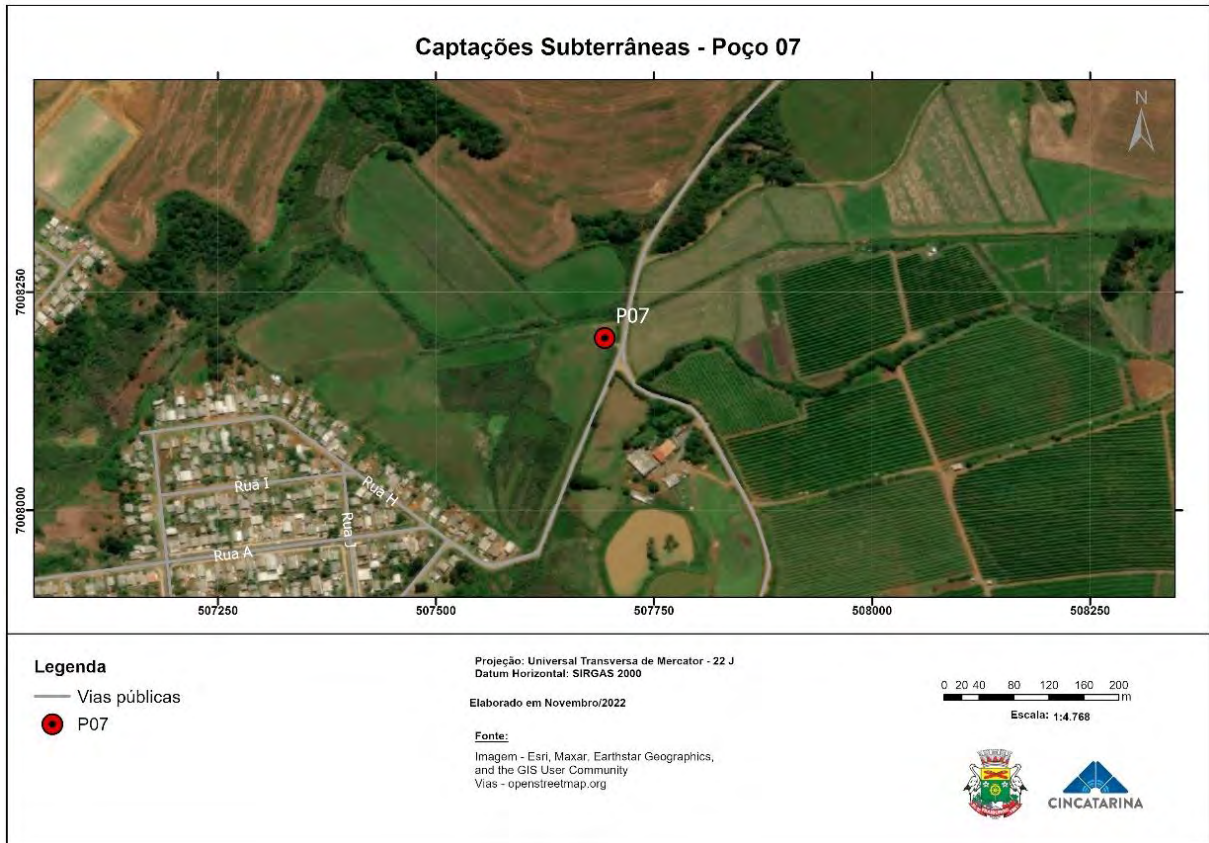


Fonte: Elaboração própria.

- P07 – Poço Tieppo

O poço 07 está instalado próximo a uma das vias de acesso ao bairro São Miguel, conforme Figura 107, nas coordenadas UTM 22S: E 507695 e N 7008195 (SIRGAS 2000).

Figura 107: Localização do Poço 07 - 10/2022.



O poço tem uma profundidade de 80 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão realizado em 2021 apontou uma vazão de estabilização de 55,38 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 35 cv, cuja partida se dá através de soft starter. Há um macromedidor, do tipo Woltmann DN 100 mm, instalado no cavalete, para controle dos volumes captados. O painel de comando foi substituído recentemente, o poço também conta com sistema de telemetria para monitoramento remoto de sua operação. Em 2023, o período médio de funcionamento diário foi de 21,13 horas, resultando em uma captação média diária de 918 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 108: Visão geral da captação P07 – Poço Tieppo - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 109: Cavalete P07 – Poço Tieppo -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água captada é direcionada para o centro de reservação São Miguel, onde há uma unidade de tratamento simplificado (UTS) (Figura 110), na qual são armazenados os produtos químicos e é feita a dosagem de hipoclorito de sódio e ácido fluossilícico.

Figura 110: UTS Centro de Reservação São Miguel - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 111: UTS Centro de reservação São Miguel – Bombas dosadoras e tanques de armazenamento dos produtos químicos: ácido fluossilcico e hipoclorito de sódio - 10/2022.



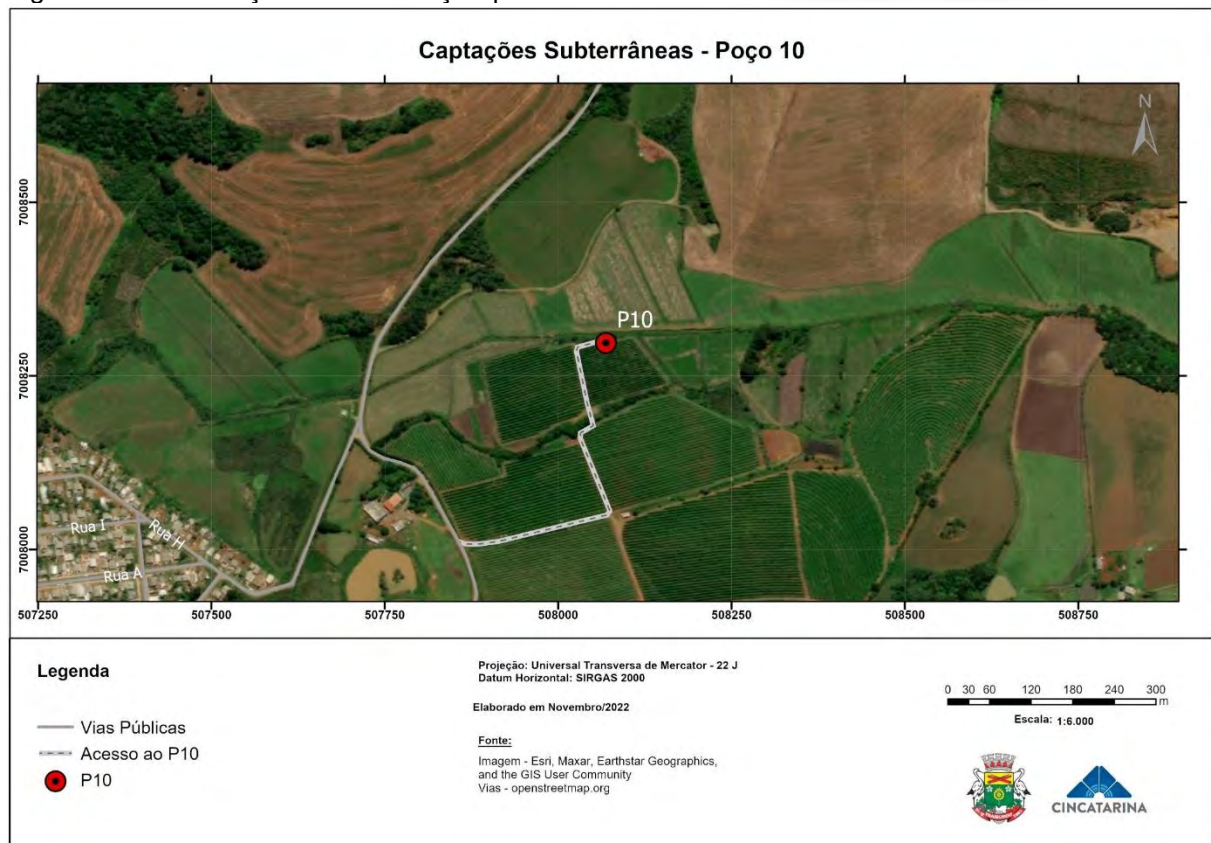
Fonte: Acervo próprio.

Em visita, observou-se a necessidade de realização de uma série de melhorias na UTS, como a instalação de piso cerâmico, a construção de bacias de contenção para os tanques, a substituição dos tanques, e a pintura das paredes.

- P10 – Poço Aparício 01

O poço P10 está instalado próximo ao bairro São Miguel, o acesso a esse poço se dá através de estrada particular, conforme Figura 112, nas coordenadas UTM 22S: E 508068 e N 7008296 (SIRGAS 2000).

Figura 112: Localização do P10 - Poço Aparício 01 - 10/2022.



Fonte: Elaboração própria.

O P10 tem uma profundidade de aproximadamente 103 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão realizado em 2021 apontou uma vazão de estabilização de 37,89 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 32,5 cv, com partida direta. Há um macromedidor instalado no cavalete do tipo Woltmann DN 100 mm (Figura 113) para controle dos volumes captados. Há painel de telemetria para monitoramento da operação do poço. Em 2023, o poço operou cerca de 19,61 horas por dia, resultando em uma captação média diária de 664,46 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 113: Cavalete P10 – Poço Aparício 01 - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 114: Visão geral do poço P10 - 10/2022.



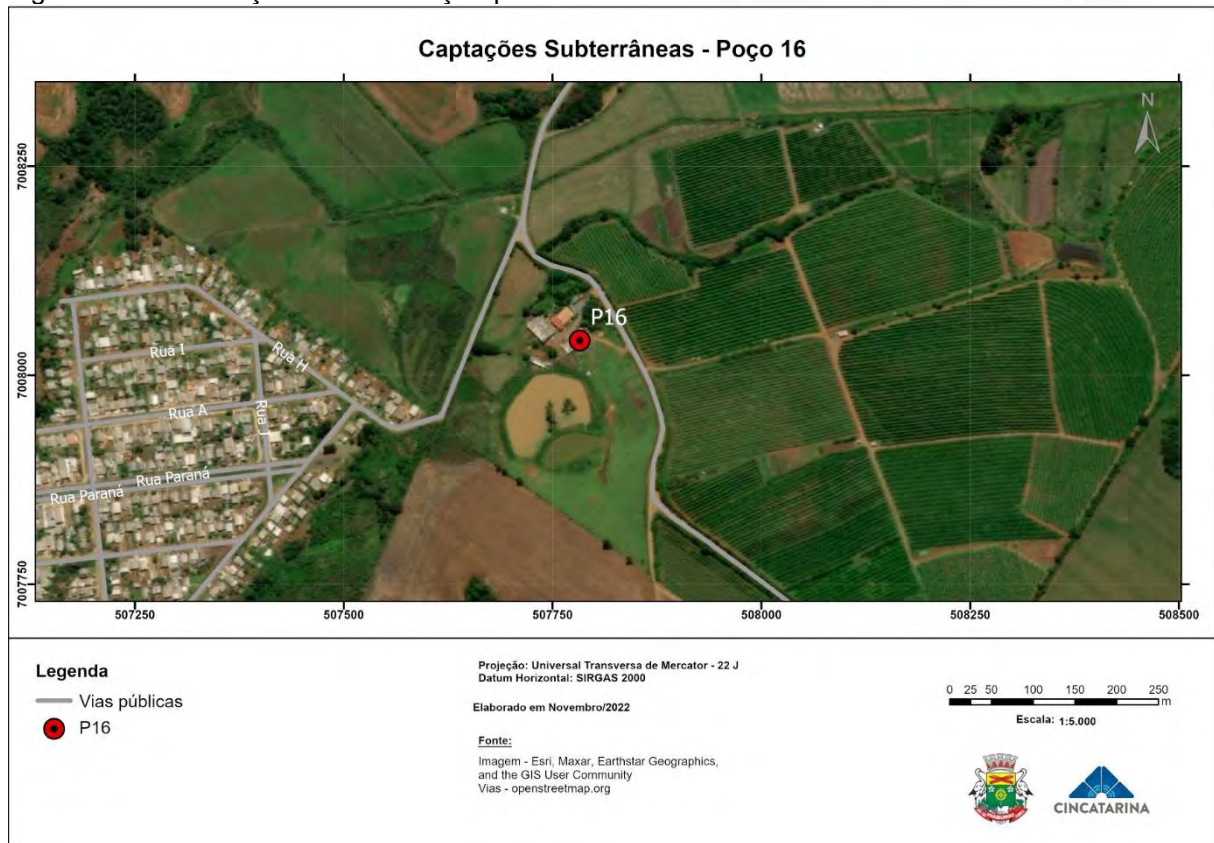
Fonte: Acervo próprio.

A água captada também é tratada na UTS instalada no terreno do centro de reservação São Miguel (Figura 110 e Figura 111).

- P16 – Poço Aparício 02

O poço P16 está instalado próximo ao bairro São Miguel, em área particular, conforme Figura 115, nas coordenadas UTM 22S: E 507784 e N 7008042 (SIRGAS 2000). Esse poço apresentou, no teste de vazão realizado em 2018, uma vazão de estabilização de 52,80 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas.

Figura 115: Localização do P16 - Poço Aparício 02.



Fonte: Elaboração própria.

O P16 tem uma bomba instalada com potência de 35 cv, com partida através de soft starter. Há um macromedidor instalado no cavalete do tipo Woltmann DN 80 mm (Figura 116) para controle dos volumes captados. O painel de comando e o painel de telemetria estão instalados em um abrigo aberto, conforme Figura 117. O período médio de funcionamento diário, em 2023, foi de 20,79 horas, resultando em uma captação média diária de 641,83 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 116: Cavalete P16 – Poço Aparício 02 - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 117: Abrigo dos painéis de comando e telemetria do P16 - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A água captada também é tratada na UTS instalada no terreno do centro de reservação São Miguel (Figura 110 e Figura 111). Em visita, verificou-se a

necessidade melhorar o abrigo dos painéis e de consertar a cerca, que estava totalmente aberta em um dos lados.

- **Reservação**

O SAA São Miguel conta com três centros de reservação, com capacidade atual de 874 m<sup>3</sup>. A relação das unidades de reservação presentes neste sistema e suas características são apresentadas Tabela 35. Segundo informações da SANEFRAI, a limpeza de todos os reservatórios é feita anualmente.

Tabela 35: Centros de reservação do SAA Central.

Centro de reservação	Denominação atual	Endereço	Tipo	Material	Volume	Situação
Centro de reservação São Miguel	São Miguel 01	Avenida Lorival da Silva, bairro São Miguel	Apoiado	Concreto armado	350	Operando
	São Miguel 02		Apoiado	Concreto armado	350	Desativado temporariamente
	São Miguel 03		Apoiado	Metálico Aço inox	400	Operando
Centro de reservação São Cristóvão	São Cristóvão	Rua 19, bairro São Cristóvão (parte alta)	Apoiado	PRFV	20	Operando
Centro de Reservação Colina	Colina	Rua da Fraternidade, Loteamento Colina do Sol	Elevado	PRFV	4x26	Operando

Fonte: Elaboração própria.

No centro de reservação São Miguel, localizado nas coordenadas UTM 22S: E 506343 e N 7008271 (SIRGAS 2000), encontram-se instalados dois reservatórios em concreto, apoiado, com 350m<sup>3</sup> cada (Figura 118 e Figura 119), um desses reservatórios foi desativado temporariamente devido a problemas estruturais. Um terceiro reservatório, em aço inox, com capacidade de reservação de 400 m<sup>3</sup> foi instalado no final do ano de 2022.

Figura 118: Centro de reservação São Miguel - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 119: Centro de reservação São Miguel - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O segundo centro de reservação, Reservatório São Cristóvão, se encontra no topo da Rua 19, do bairro São Cristóvão, coordenadas UTM 22S: E 505107 e N 7008428 (SIRGAS 2000). Este reservatório recebe água da ERAT São Cristóvão e abastece toda a parte alta do bairro. A parte baixa é abastecida diretamente pela rede que vem do bairro São Miguel. A área onde está instalado o reservatório não é cercada, também não há macromedidor na saída do reservatório para controle dos volumes distribuídos.

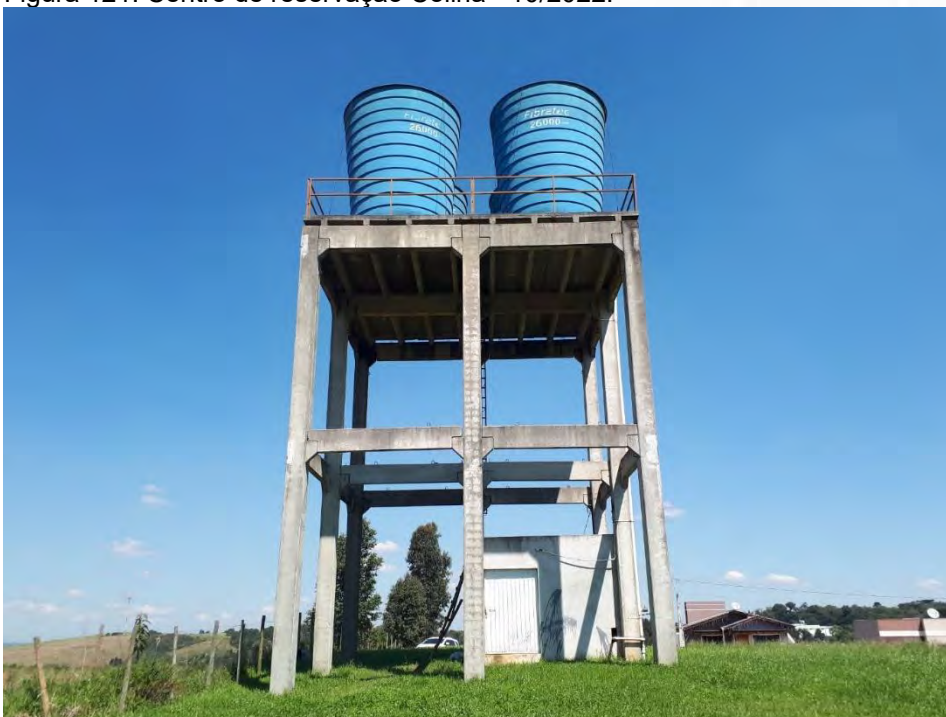
Figura 120: Centro de reservação São Cristóvão - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O terceiro centro de reservação está instalado na Rua da Fraternidade, no loteamento Colina, coordenadas UTM 22S: E 506291,71 N 7009359 (SIRGAS 2000). Este centro compreende quatro reservatórios elevados, em PRFV, com capacidade 26 m<sup>3</sup> cada. Este centro recebe água da ERAT Colina e distribui água para todo o loteamento. Não há macromedidor na saída do reservatório para controle dos volumes distribuídos.

Figura 121: Centro de reservação Colina - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

- Adução e recalque da água tratada

Para garantir a distribuição, o sistema conta com duas unidades de recalque de água tratada (Tabela 36).

Tabela 36: Relação das Unidades de Recalque do SAA São Miguel.

Denominação atual	Localização	Coordenadas UTM 22S–SIRGAS 2000	Potência (cv)	Tipo de partida
<b>ERAT São Cristóvão</b>	Rua 19, bairro São Cristóvão	E 505103 N 7008667	7,5 CV	Partida direta
<b>ERAT Colina</b>	Rua da Fraternidade, Loteamento Colina do Sol	E 506291 N 7009359	1,0 CV	Partida direta

Fonte: Elaboração própria.

A ERAT São Cristóvão é utilizada para recalcar a água que vem do bairro São Miguel até o centro de reservação São Cristóvão, na parte mais elevada do bairro. A água que chega na ERAT é armazenada em três reservatórios em PRFV de 20 m<sup>3</sup> cada, sendo recalçada através de dois conjuntos motobomba de 7,5 cv, um em operação e outro reserva. Em visita, observou-se a necessidade de manutenção nas bombas para corrigir pequenos vazamentos.

Figura 122: ERAT São Cristóvão - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 123: ERAT São Cristóvão - Conjuntos motobomba 7,5 cv - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A ERAT Colina é uma pequena unidade de recalque instalada para alimentar o reservatório Colina. A ERAT conta com um reservatório, em PRFV, de 3 m<sup>3</sup> que recebe água da rede e alimenta dois conjuntos motobomba de 2 CV (um em operação e outro reserva). A operação da motobomba se dá conforme o nível do reservatório elevado, controlado por boia elétrica, e é acionada por partida direta.

Figura 124: ERAT Colina -10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

- Pesquisa de satisfação

A pesquisa de satisfação recebeu 14 participações de usuários do SAA Miguel. Em relação ao atendimento às reclamações, 7,14% dos participantes avaliaram esse serviço como muito bom ou bom, 42,86% informaram que consideravam o atendimento às reclamações como regular e 50% consideraram esse serviço como ruim ou muito ruim.

Quanto à satisfação em relação a cobranças e faturas, 28,57% dos participantes consideraram esse serviço como muito bom ou bom, 64,29% avaliaram como regular, e os outros 7,14% consideraram esse serviço como ruim ou muito ruim. Em relação à qualidade da água fornecida, 50,00% dos participantes avaliaram esta como muito boa ou boa, 28,57% informaram que considerava a qualidade da água como regular, os outros 31,43% classificaram a qualidade da água como ruim ou muito ruim.

Quanto à regularidade e continuidade no abastecimento, 7,14% dos participantes consideraram esse serviço como muito bom ou bom, 35,71% avaliaram como regular e 57,15% apontaram esse serviço como ruim ou muito ruim. Além disso, 100% informaram terem percebido perda de pressão da água proveniente da rede de distribuição. No item de contribuição livre, foram apontados problemas na continuidade do abastecimento e na resolução das reclamações.

Quanto à satisfação geral em relação aos serviços de abastecimento de água prestados pela SANEFRAI, apenas 14% informaram estar satisfeitos com os serviços prestados.

É importante destacar que os resultados não possuem representatividade estatística e não resumem necessariamente a opinião da população de Fraiburgo em relação aos serviços prestados.

#### 7.1.2.3. SAA Macieira

Esse sistema abastece apenas o bairro Macieira, tendo uma única captação, o P03, e um único centro de reservação.

O poço P03 está instalado em área aos fundos do Centro Educacional Municipal Macieira, conforme Figura 125, nas coordenadas UTM 22S: E 510790 e N 7004653 (SIRGAS 2000).

Figura 125: Localização do Poço P03.



Fonte: Elaboração própria.

Esse poço tem uma profundidade de aproximadamente 82,6 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão realizado em 2019 apontou uma vazão de estabilização de 37,72 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 20 cv, seu acionamento se dá através de soft starter. Há um macromedidor instalado no cavalete do tipo Woltmann DN 50 mm (Figura 126), para controle dos volumes captados.

Figura 126: Cavalete P03 – Poço Macieira - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O poço possui um painel de comando, que foi substituído recentemente, e um painel de telemetria, para monitoramento remoto da operação do poço. O período médio de funcionamento diário, em 2023, foi de 7,69 horas, resultando em uma captação média diária de 186,88 m<sup>3</sup>/dia.

A água captada é tratada em uma unidade de tratamento simplificado (UTS) instalada próxima ao poço, onde é submetida a processo de desinfecção e fluoretação, também é feita a dosagem de ortopolifosfato. A dosagem dos produtos químicos se dá através de bombas dosadoras tipo diafragma que são ativadas durante a operação do poço. Os produtos químicos são armazenados em reservatórios em polietileno, sem qualquer tipo de estrutura para a contenção de possíveis vazamentos.

Figura 127: Visão geral da captação P03 – Poço Macieira - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 128: Sistema de tratamento do P03 – Bombas dosadoras - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 129: Sistema de tratamento do P03 – Tanques de armazenamento dos produtos químicos: hipoclorito de sódio(A), ácido fluossilícico (B) e ortopolifosfato (C) - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Em visita, verificou-se a necessidade de melhorar as condições da UTS com a instalação de piso cerâmico e construção de bacias de contenção para os químicos. A SANEFRAI já possui um projeto para adequação dessa unidade.

- Reservação

Este sistema possui um centro de reservação localizado na Rua Fuji, bairro Macieira, coordenadas UTM 22S: E 510482 e N 7004656 (SIRGAS 2000). Neste local, há um reservatório elevado, em PRFV, com capacidade de 20 m<sup>3</sup> e um reservatório apoiado, em PRFV, também com 20 m<sup>3</sup>. No entanto, apenas o reservatório elevado está ativo. Há um macromedidor tipo eletromagnético, DN 50, instalado na saída do reservatório para controle do volume de água distribuído.

Figura 130: Centro de Reservação Macieira - Reservatório elevado (ativo) e reservatório apoiado (desativado) - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

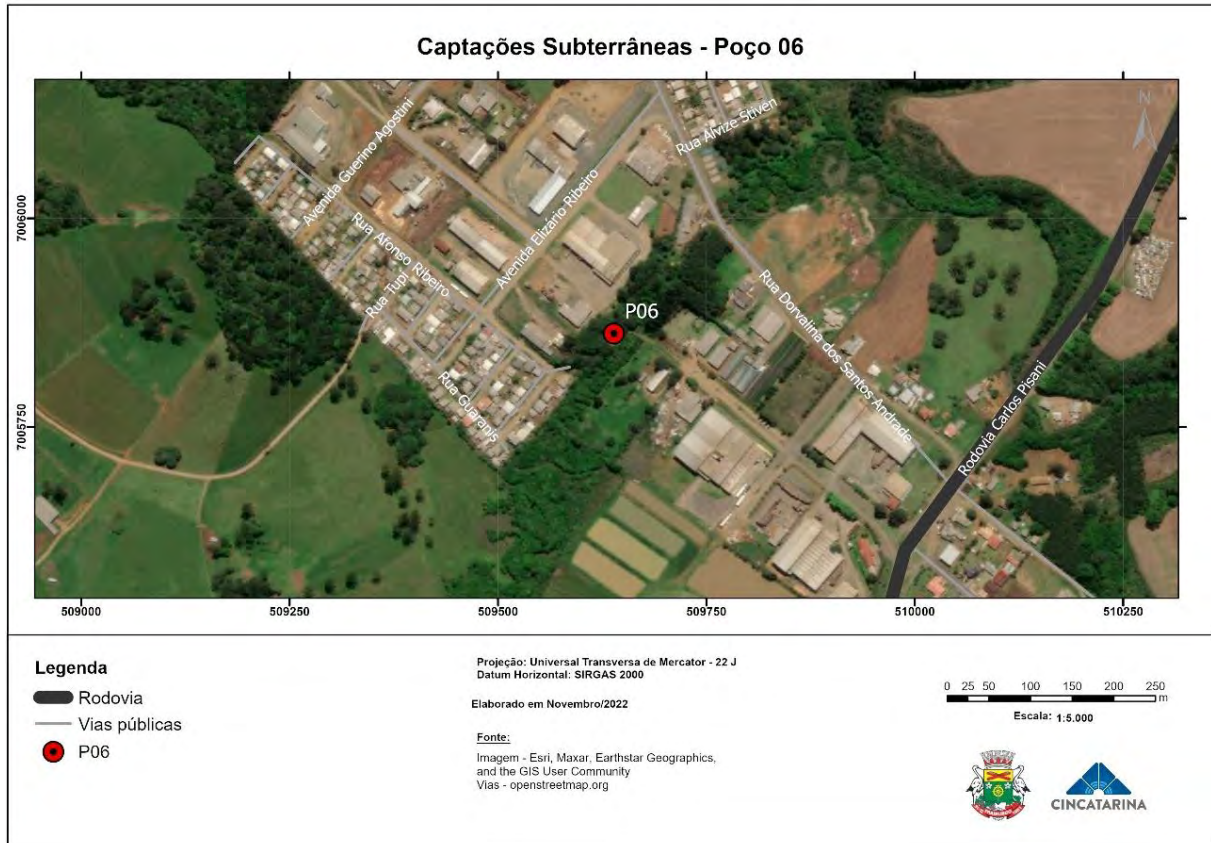
#### 7.1.2.4. SAA Liberata

O SAA Liberata abastece a população do bairro Liberata. Este SAA é abastecido através de dois poços tubulares (P06 e P15) e conta com dois centros de reservação.

- P06 – Poço São Luís

O poço P06 tem seu acesso através da Rua Afonso Ribeiro, conforme Figura 131, e está instalado nas coordenadas UTM 22S: E 509639 e N 7005862 (SIRGAS 2000).

Figura 131: Localização do Poço P06.



Fonte: Elaboração própria.

O P06 tem uma profundidade de aproximadamente 90 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão, realizado em 2019, apontou uma vazão de estabilização de 21,41 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 11 cv, com partida através de soft starter. Há um macromedidor instalado no cavalete do tipo Woltmann DN 50 mm (Figura 133) para controle dos volumes captados. O painel de comando foi substituído recentemente, também foi instalado painel de telemetria para visualização e controle da operação do poço. Em 2023, o período médio de funcionamento diário foi de aproximadamente 6,36 horas, resultando em uma captação média diária de 75,72 m<sup>3</sup>/dia.

A água captada é tratada em uma unidade de tratamento simplificado (UTS), instalada ao lado do poço. A dosagem de hipoclorito de sódio e ácido fluossilícico é feita diretamente no cavalete através de bombas dosadoras tipo diafragma (Figura 134). Os produtos químicos são armazenados em reservatórios em polietileno, não existe qualquer tipo de estrutura para a contenção de possíveis vazamentos.

Figura 132: Visão geral da captação P06 – Poço São Luís - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 133: Cavalete P06 – Poço São Luís - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 134: Sistema de tratamento do P06 – Tanques de armazenamento de produtos químicos e bombas dosadoras - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Após o tratamento, a água é direcionada para o centro de reservação São Luís. Em visita, verificou-se que o portão de acesso estava danificado, permitindo o acesso de terceiros ao local. Além disso, observou-se a necessidade de melhorias nas condições de conservação da UTS, sendo necessárias adequações, tais como: a instalação de piso cerâmico, a adequação das estruturas de apoio dos tanques, a substituição dos tanques, e a pintura das paredes. A SANEFRAI já possui um projeto para adequação dessa unidade.

- P015 – Poço Liberata

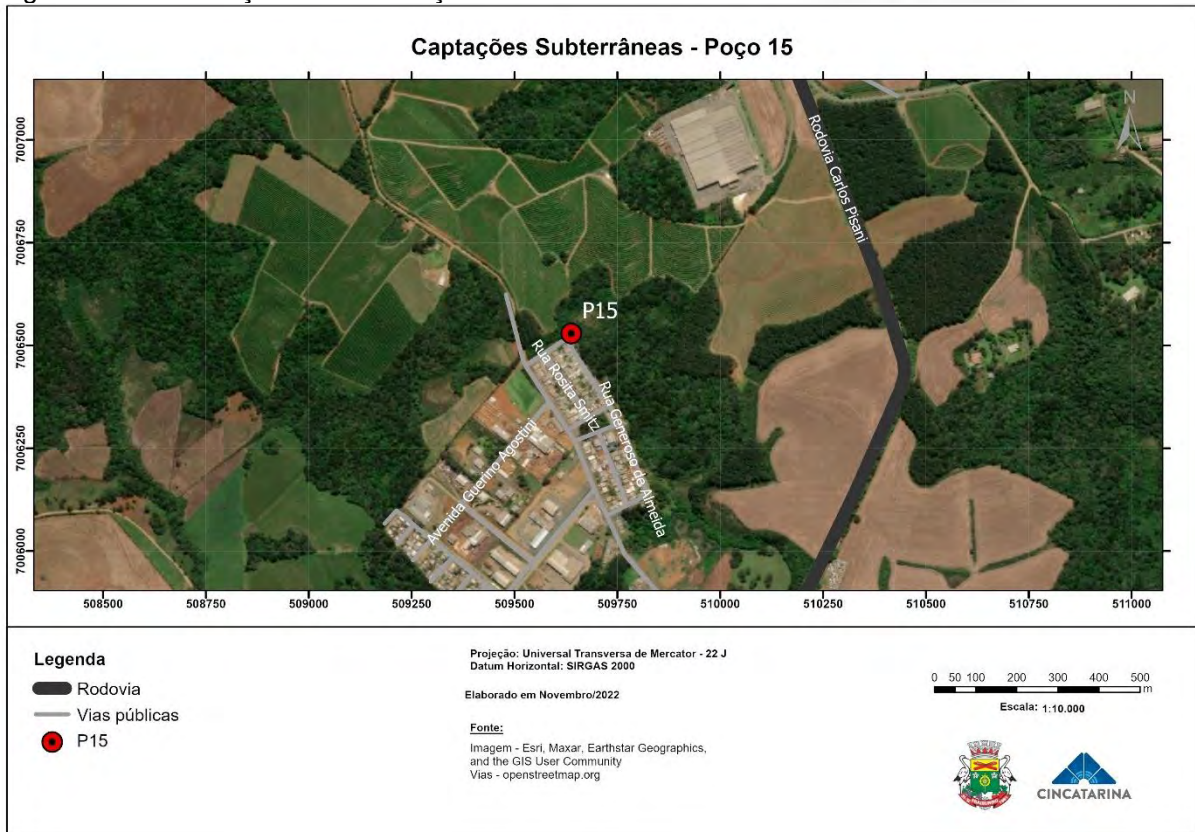
O poço P15 está instalado na esquina entre a Rua José Kremer e a Rua Generoso de Almeida, no bairro Liberata, conforme Figura 135, nas coordenadas UTM 22S: E 509638 e N 7006529 (SIRGAS 2000).

Este poço tem uma profundidade de 80 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão, realizado em 2019, apontou uma vazão de estabilização de 15,23 m³/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 20 cv e está

instalada a uma profundidade de 66 metros. Não há macromedidor instalado para controle da vazão captada.

O período médio de funcionamento diário, em 2023, foi de aproximadamente 4,48 horas, resultando em uma captação média diária de 45,81 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 135: Localização do P15 - Poço Liberata - 10/2022.



Fonte: Elaboração própria.

O poço está atualmente alocado dentro de um pequeno abrigo, no mesmo local onde estão armazenados os produtos químicos utilizados no tratamento. Em 2020, foram iniciadas as obras para adequação da estrutura, com a construção de duas salas, uma para o armazenamento dos produtos químicos e outro para abrigar o painel de controle. Até a finalização deste diagnóstico os equipamentos ainda não tinham sido realocados para as novas salas. O cercado que protege a área também está danificado permitindo o acesso de terceiros ao terreno.

Figura 136: Visão geral do poço P15 – Poço Liberata, novas salas em destaque - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 137: Cavalete e tanque de armazenamento de produtos químicos do poço P15 - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

- Reservação

O SAA Liberata conta com dois centros de reservação, com capacidade atual de 70 m<sup>3</sup>. A relação das unidades de reservação presentes nesse sistema e suas características são apresentadas na Tabela 37. Segundo informações da SANEFRAI, a limpeza de todos os reservatórios é feita anualmente.

Tabela 37: Centros de reservação do SAA Central.

Centro de reservação	Denominação atual	Endereço	Tipo	Material	Volume
<b>Centro de reservação São Luís</b>	<b>São Luís</b>	Rua Vivaldino de Almeida Mello, bairro Liberata	Elevado	PRFV	2x10
<b>Centro de reservação São Sebastião</b>	<b>Liberata 01</b>	Rua José Kremer, bairro Liberata	Apoiado	Concreto armado	50
	<b>Liberata 02<sup>5</sup></b>		Apoiado	PRFV	20

Fonte: Elaboração própria.

O centro de reservação São Luís, localizado na Rua Vivaldino de Almeida Mello, bairro Liberata, coordenada UTM 22S: E 509236 e N 7006052 (SIRGAS 2000), conta com dois reservatórios elevados, em PRFV, com 10 m<sup>3</sup> cada. Há sensor de nível instalado no reservatório que permite o monitoramento remoto deste através de sistema de telemetria. Em visita, verificou-se que, apesar de a área estar cercada, era possível o acesso de terceiros aos reservatórios, já que o portão estava danificado.

Figura 138: Centro de reservação São Luís – 2x PRFV 10 m<sup>3</sup> - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

<sup>5</sup> Reservatório desativado.

O segundo centro de reservação, reservatório Liberata, se encontra na Rua José Kremer, bairro Liberata, nas proximidades do poço P15, coordenadas UTM 22S: E 509569 e N 7006497 (SIRGAS 2000). Há dois reservatórios neste local, um reservatório apoiado, em concreto com 50 m<sup>3</sup>, e um reservatório apoiado, em PRFV, de 20 m<sup>3</sup>. Este reservatório recebe água do P15 e distribui para o bairro. O reservatório em concreto conta com sensor de nível e sistema de telemetria para monitoramento remoto. Em visita, verificou-se que o reservatório em PRFV estava sem tampa, foi informado pela SANEFRAI que ele estava desativado. A área onde estão os reservatórios não é cercada e pode ser acessada por terceiros.

Figura 139: Centro de reservação Liberata – Reservatório em concreto 50 m<sup>3</sup> - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 140: Centro de reservação Liberata – Reservatório em PRFV desativado - 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

- Pesquisa de satisfação

A pesquisa de satisfação recebeu apenas duas participações de usuários do SAA Liberata. Em relação ao atendimento às reclamações, 1 dos participantes avaliou esse serviço como regular e o outro como ruim.

Quanto à satisfação em relação a cobranças e faturas, à qualidade da água e à continuidade no abastecimento, 1 dos participantes avaliou esses serviços como bons e o outro como regulares.

Quanto à satisfação geral em relação aos serviços de abastecimento de água prestados pela SANEFRAI, 1 dos participantes informou estar satisfeito com os serviços prestados, enquanto o outro respondeu negativamente.

#### 7.1.2.5. SAA Faxinal dos Carvalhos

O SAA Faxinal dos Carvalhos abastece a população do bairro Faxinal dos Carvalhos. Este sistema foi implantado pela comunidade e passou a ser operado pela SANEFRAI em 2024. Não há um cadastro com o número de ligações do sistema, estima-se que existam cerca de 110 ligações.

O poço, instalado nas coordenadas UTM 22S: E 512962 e N 7002574 (SIRGAS 2000), opera de acordo com o nível do reservatório. O painel de comando e as bombonas de hipoclorito de sódio estão expostos as intempéries, tendo como proteção apenas uma estrutura coberta com telha de fibrocimento, que está bastante comprometida (Figura 141). Há sistema de telemetria para comunicação com o reservatório.

Figura 141: Poço profundo do SAA Faxinal dos Carvalhos – 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

O centro de reservação está instalado nas coordenadas UTM 22S: E 513040 e N 7002148 (SIRGAS 2000). Esse conta com um reservatório em PRFV com capacidade 20 m<sup>3</sup>.

Figura 142: Centro de reservação do SAA Faxinal dos Carvalhos - PRFV 20 m<sup>3</sup> - 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

Não há macromedidor para controle do volume de água captado e distribuído, também não há cadastro de redes. As ligações ainda não possuem micromedidores para realização de controle do consumo e cobrança.

#### 7.1.2.6. SAA Papuã

O SAA Papuã abastece 11 ligações do bairro Papuã e passou a ser operado pela SANEFRAI no início do ano de 2024.

O poço, instalado nas coordenadas UTM 22S: E 499469 e N 7013800 (SIRGAS 2000), opera de acordo com o nível do reservatório. O poço opera por partida direta, com painel simples instalado próximo ao cavalete. O tratamento da água é realizado no mesmo terreno do poço, neste é empregado um filtro, para remoção de ferro e manganês, e duas bombas dosadoras, para a dosagem de flúor e cloro. A

infraestrutura onde estão os equipamentos do tratamento é aberta e expõe as unidades as intempéries.

Figura 143: Poço profundo do SAA Papuã – 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 144: Estrutura de tratamento do SAA Papuã – 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

O centro de reservação está instalado em um terreno próximo, nas coordenadas UTM 22S: E 499415 e N 7013809 (SIRGAS 2000). Esse conta com um reservatório elevado em PRFV com capacidade 2,5 m<sup>3</sup>.

Figura 145: Centro de reservação do SAA Papuã - PRFV 2,5 m<sup>3</sup> - 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

Não há macromedidor para controle do volume de água captado e distribuído, também não há cadastro de redes.

#### 7.1.2.7. SAA X de Novembro

O SAA X de Novembro abastece 147 ligações do bairro X de Novembro. O poço, instalado nas coordenadas UTM 22S: E 503474 e N 7013154 (SIRGAS 2000), opera de acordo com o nível do reservatório. O poço opera por partida direta, com painel simples instalado próximo ao cavalete. O tratamento da água é realizado através da dosagem de hipoclorito de sódio. O tanque de armazenamento de hipoclorito está instalado diretamente sobre o solo e não há estrutura de proteção, deixando-o exposto as intempéries.

Figura 146: Poço profundo do SAA Papuã e tanque de hipoclorito de sódio ao fundo – 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

O SAA conta com dois centros de reservação. O centro principal está instalado em cota elevada, nas coordenadas UTM 22S: E 502873 e N 7012700 (SIRGAS 2000). Esse conta com dois reservatórios em polietileno de 20 m<sup>3</sup> cada e um reservatório em polietileno de 10 m<sup>3</sup>. O outro centro de reservação faz parte da concepção antiga do sistema e está instalado em cota mais baixa, nas coordenadas UTM 22S: E 502728 e N 7012879 (SIRGAS 2000), com capacidade de armazenamento de 10 m<sup>3</sup>.

Figura 147: Centro de reservação do SAA X de novembro – tanques em polietileno - 40 m<sup>3</sup> - 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 148: Centro de reservação do SAA X de novembro – tanques em polietileno - 10 m³ - 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

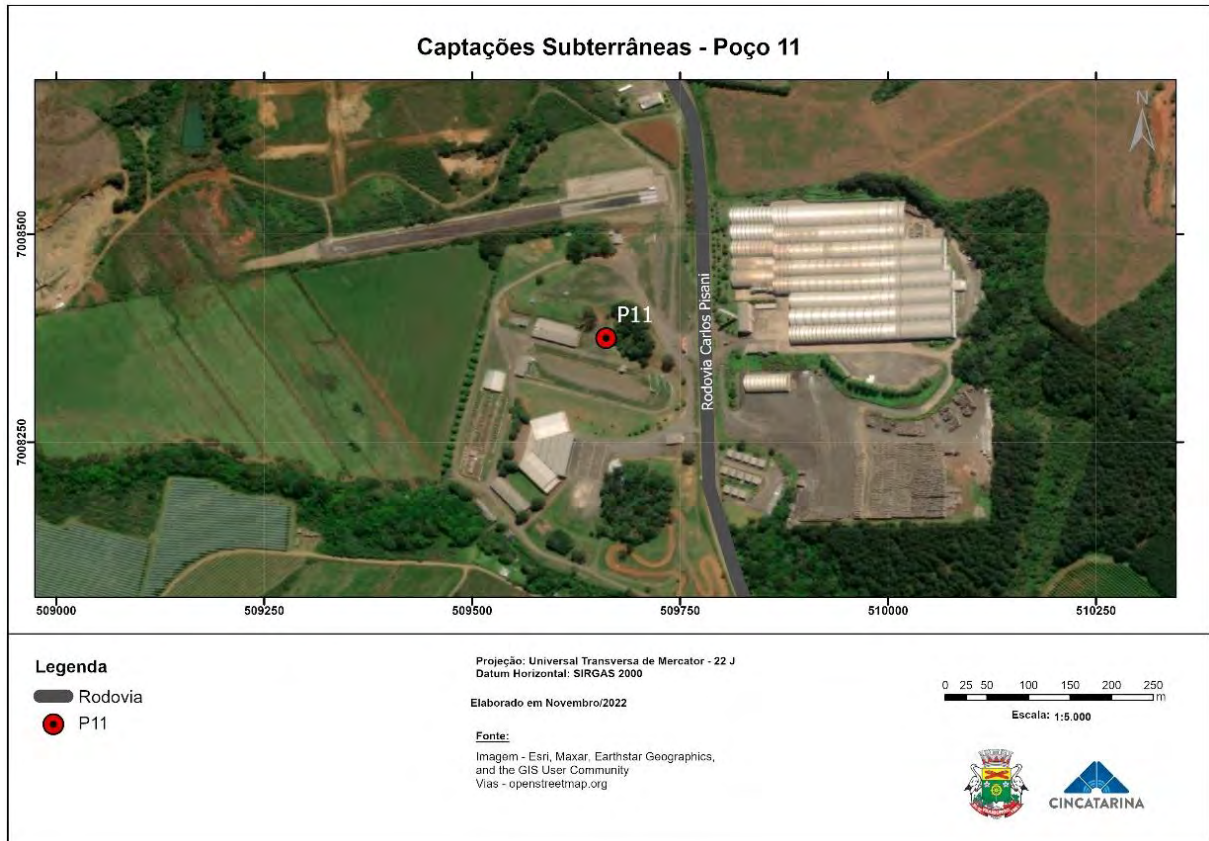
Não há macromedidor para controle do volume de água captado e distribuído, também não há cadastro de redes.

#### 7.1.2.8. Parque da Maçã

A SANEFRAI também é a responsável pela operação do sistema que abastece o Parque da Maçã. Esse sistema é isolado dos demais e atende apenas as infraestruturas gerais do parque e a residência do responsável pela conservação/manutenção deste.

O poço P11, captação responsável pelo fornecimento de água do parque, está instalado dentro do Parque da Maçã, na Rodovia SC 456, Km 39, conforme Figura 149, nas coordenadas UTM 22S: E 509661 e N 7008375 (SIRGAS 2000).

Figura 149: Localização do Poço P11.



Fonte: Elaboração própria.

Esse poço tem uma profundidade de aproximadamente 68 metros e diâmetro de 6 polegadas. O teste de vazão, realizado em 2019, apontou uma vazão de estabilização de 7,33 m<sup>3</sup>/h, em um período de 24 horas. A bomba instalada tem potência de 7 cv, seu acionamento se dá através de soft starter. Há um macromedidor instalado no cavalete do tipo Woltmann DN 50 mm (Figura 151) para controle dos volumes captados. O poço conta com painel de comando e painel de telemetria para visualização e controle da operação do poço. Em 2023, o poço operou em média 6,76 horas por dia, resultando em uma captação média diária de 43,56 m<sup>3</sup>/dia.

Figura 150: Visão geral da captação P11 – Poço Parque da Maçã – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 151: Cavalete P11 – Parque da Maçã – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 152: UTS P11 – Bombas dosadoras e tanques de armazenamento dos produtos químicos – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A SANEFRAI possui um projeto para realizar adequações na UTS, com a execução de piso cerâmico, construção de bacias de detenção e a substituição dos tanques.

Em relação à capacidade de reservação, o Parque da Maçã conta com quatro reservatórios, em PRFV, que juntos totalizam 65 m<sup>3</sup>, três reservatórios de 20 m<sup>3</sup> cada e um reservatório de 5 m<sup>3</sup>.

Figura 153: Reservatórios SAA Parque da Maçã – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

#### 7.1.2.9. Rede de distribuição

De acordo com informações da SANEFRAI, o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) urbano possuía aproximadamente 185 km de redes em dezembro de 2022, antes da incorporação dos três sistemas responsáveis pelo abastecimento dos

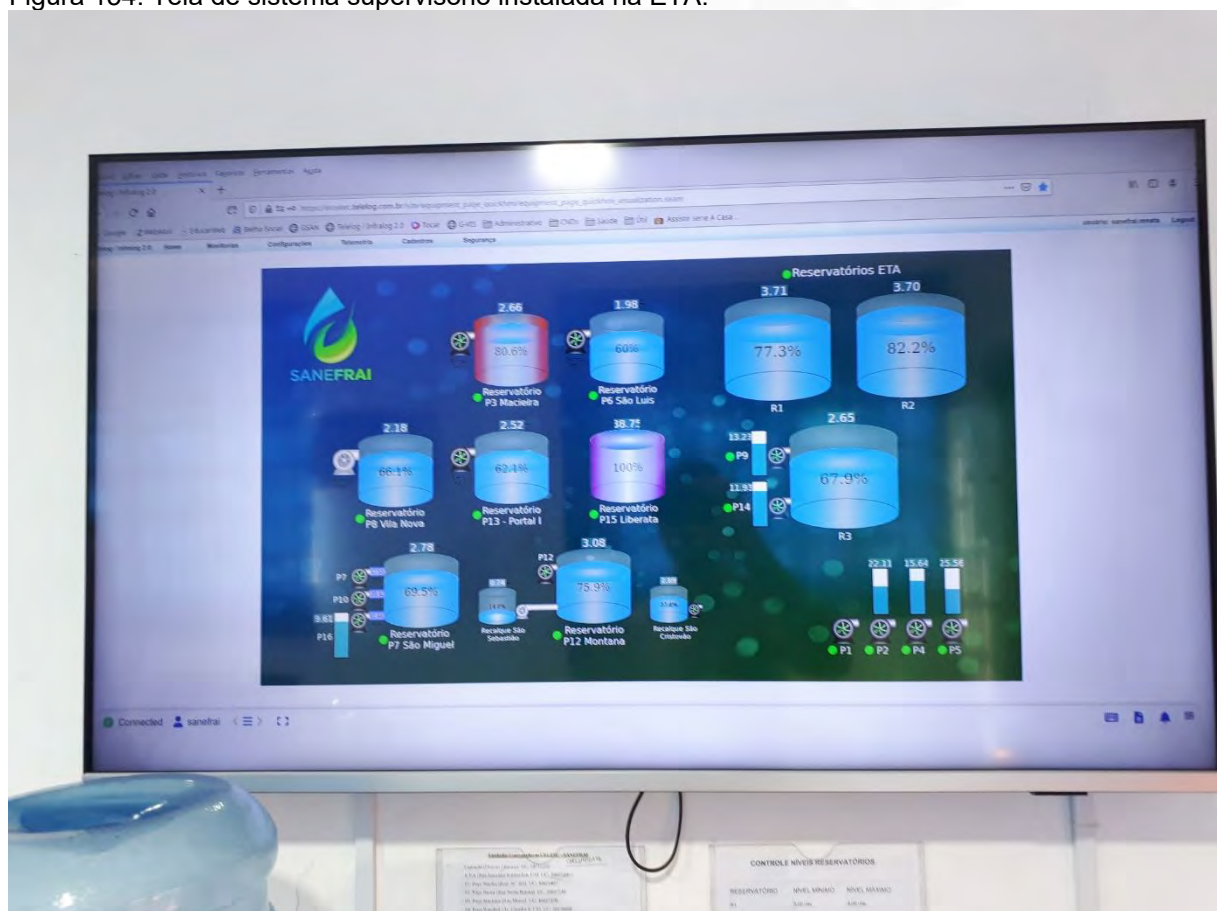
bairros Papuã, X de Novembro e Faxinal dos Carvalhos, com uma relação de 19,97 metros de rede por ligação de água.

Em análise, verificou-se que diversas vias já atendidas com rede de distribuição não estão representadas no cadastro fornecido. Como o cadastro de redes fornecido pela SANEFRAI está desatualizado, não foi possível confirmar a extensão total, assim como não foi possível identificar a extensão de redes de cada sistema.

7.1.2.10. Controle da operação

A SANEFRAI possui sistema supervisorio (Figura 154) para monitoramento remoto da operação dos poços, ERATs e do nível dos reservatórios. Atualmente o SAA ainda não conta com sistema de telecomando, para acionar ou desligar equipamentos de forma remota ou realizar manobras de rede.

Figura 154: Tela de sistema supervisorio instalada na ETA.



Fonte: Acervo próprio.

## 7.1.2.11. Economia e micromedição

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) Urbano possuía 9.483 ligações e 10.820 economias ativas em dezembro de 2023. A evolução do número de ligações ativas e economias ativas por sistema é apresentada na Tabela 38.

Tabela 38: Evolução do número de ligações ativas e economias ativas por sistema.

Sistema	Número de ligações ativas		Número de economias	
	dez/22	dez/23	dez/22	dez/23
<b>SAA Central</b>	5.934	6.038	7.163	7.288
<b>SAA São Miguel</b>	2.831	2.848	2.907	2.924
<b>SAA Liberata</b>	281	279	291	288
<b>SAA Macieira</b>	316	318	319	320
<b>SAA Faxinal dos Carvalhos</b>	*	*	*	*
<b>SAA X de Novembro</b>	*	*	*	*
<b>SAA Papuã</b>	*	*	*	*
<b>SAA Urbano total</b>	9.362	9.483	10.680	10.820

\* Esses sistemas foram incorporados ao SAA somente no ano de 2024.

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2022).

Para o estudo do padrão de consumo no município, foram utilizados os histogramas fornecidos pela SANEFRAI do período entre novembro/2021 e outubro/2022. A compilação dos dados de consumo fornecidos é apresentada na Tabela 39, que apresenta a porcentagem de ligações por faixa de consumo em cada categoria.

Tabela 39: Porcentagem de economias x Faixas de Consumo em cada categoria.

Faixa de Consumo	Residenciais	Residenciais Social	Comerciais	Industriais	Públicas
<b>Até 10 m<sup>3</sup></b>	54,62	64,56	67,52	61,15	51,24
<b>De 11 a 25 m<sup>3</sup></b>	41,16	30,46	32,48	38,85	48,76
<b>Maior que 26 m<sup>3</sup></b>	4,22	4,98			
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2022).

A Tabela 40 apresenta o percentual do consumo micromedido por categoria no período entre novembro/2021 e outubro/2022.

Tabela 40: Percentual de consumo por categoria (Novembro/2021-Outubro/2022).

	Social	Residenciais	Comerciais	Industriais	Públicas	Totais
<b>Percentual de consumo total</b>	0,36%	83,13%	13,01%	0,28%	3,21%	100%

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2022).

Segundo informações da SANEFRAI, o índice de micromedição do SAA urbano é de 100%. Conforme a Tabela 41, que apresenta o número de hidrômetros por anos completos instalados, o parque de hidrômetros do SAA urbano possuía idade média de 4,17 anos em 2022, com 26,6 % do parque de hidrômetros com idade superior a 5 anos e 21,1% com idade superior a 7 anos.

Tabela 41: Idade dos hidrômetros instalados no SAA Urbano – referência: 05/2022.

Idade (anos)	Quantidade	Idade (anos)	Quantidade
<b>0</b>	134	<b>7</b>	559
<b>1</b>	984	<b>8</b>	420
<b>2</b>	2.570	<b>9</b>	352
<b>3</b>	1.361	<b>10</b>	103
<b>4</b>	935	<b>11</b>	253
<b>5</b>	814	<b>12</b>	231
<b>6</b>	506	<b>13</b>	39
<b>Total</b>			9.261

Fonte: SANEFRAI (2022).

Nielsen *et al.* (2003) apontam que a eficácia dos medidores velocimétricos, amplamente utilizados pelos prestadores dos serviços de abastecimento de água, é função do tempo de instalação e decresce com o tempo de uso. A Portaria INMETRO nº 155/2022 prevê que “os medidores em uso devem ser submetidos à verificação subsequente<sup>6</sup>, em intervalo não superior a 7 (sete) anos, contados a partir do ano de sua instalação” (INMETRO, 2022).

Observa-se, que apesar de o sistema apresentar uma idade média dentro da faixa indicada na literatura, há a necessidade de criação de uma rotina de avaliação e troca de medidores muito antigos. Deve-se especialmente observar os prazos estabelecidos pelo INMETRO para a aferição dos hidrômetros instalados, procedendo à substituição quando necessário.

<sup>6</sup> Verificação subsequente é aplicada nos medidores em uso para verificar se os erros máximo admissíveis dos equipamentos atendem os limites especificados no regulamento técnico metrológico.

### 7.1.2.12. Índice de atendimento

A Tabela 42 apresenta o número de pessoas alocadas na área de cada sistema de abastecimento de água gerido pela SANEFRAI, considerando que a população levantada no Censo de 2022 se mantém constante, conforme cenário definido no item 6.7. Além disso, para estimar a população atendida, considerou-se o número de economias residenciais cadastradas e o número de domicílios do Censo de 2022.

Tabela 42: População urbana existente na área de cada sistema de abastecimento de água e população atendida em julho de 2022.

Sistema	Número de domicílios particulares ocupados na área do SAA	Economias residenciais	População na área do SAA	População atendida por sistema gerido pela SANEFRAI	Índice de atendimento (%)
<b>SAA Central</b>	6.375	6.164	17.226	16.656	96,69
<b>SAA São Miguel</b>	3.200	2.762	9.684	8.359	86,32
<b>SAA Liberata</b>	254	261	760	760	100,00
<b>SAA Macieira</b>	308	305	716	712	99,44

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2022) e IBGE (2024).

Para estimativa do índice de atendimento do SAA na área urbana de Fraiburgo no ano de 2024, apresentado na Tabela 43, foram consideradas as seguintes premissas:

- Cada economia residencial corresponde a um domicílio;
- O bairro Butiá Verde não é atendido por sistema de abastecimento de água gerido pela SANEFRAI;
- Apenas a parcela da população urbana atendida por sistemas geridos pela SANEFRAI tem acesso a água potável, visto que, nos bairros com abastecimento através de sistema comunitários, os controles de qualidade não atendem o anexo XX da Portaria de Consolidação MS nº5/2017; e
- Os índices de atendimento observados em julho de 2022 para os sistemas SAA Central, o SAA São Miguel, SAA Macieira e SAA Liberata (Tabela 42) permanecem os mesmos em 2024.

Tabela 43: Índice de atendimento na área urbana.

Sistema	População na área do SAA	População atendida por sistema gerido pela SANEFRAI	Índice de atendimento (%)
<b>SAA Central</b>	17.226	16.656	96,69
<b>SAA São Miguel</b>	9.684	8.359	86,32
<b>SAA Liberata</b>	760	760	100,00
<b>SAA Macieira</b>	716	712	99,44
<b>SAA Faxinal dos Carvalhos</b>	443	299	67,49
<b>SAA X de Novembro</b>	451	446	98,89
<b>SAA Papuã</b>	83	27	32,53
<b>Butiá Verde</b>	137	0	0,00
<b>SAA Urbano total</b>	29.500	27.259	92,40

Fonte: Elaboração própria.

Considerando as premissas acima, estima-se que, em 2024, o índice de atendimento da população urbana com água potável seja de 92,40%. No entanto, devido à ampla abrangência da rede de distribuição, é provável que o índice real de atendimento seja superior ao valor estimado. Dessa forma, o número calculado pode refletir deficiências no cadastro comercial, como, por exemplo, a ocorrência de mais de um domicílio atendido registrado sob uma única economia.

#### 7.1.2.13. Qualidade

Conforme informações coletadas durante visita ao sistema de abastecimento, os parâmetros turbidez, cor, pH, cloro residual, fluoreto, coliformes totais e Escherichia coli, alumínio, ferro e manganês são analisados internamente no laboratório da ETA (Figura 155). Já os demais parâmetros de monitoramento mensal, trimestral e semestral, são analisados por laboratório terceirizado.

Figura 155: Bancadas do laboratório ETA.



Fonte: Acervo próprio.

## 7.1.2.14. Quadro de pessoal, manutenção e controle operacional

Em 2021, a SANEFRAI contava com 30 servidores públicos atuando nos serviços de abastecimento de água, conforme apresentado na Tabela 44. Destaca-se que alguns desses servidores, principalmente os alocados em atividades de gestão, também atuam em outros serviços da autarquia.

Tabela 44: Servidores atuando no SAA.

Cargo	Número de funcionários Dez/2021
Operador de ETA/ETE	10
Motorista	3
Instalador Hidráulico	4
Zelador de Patrimônio	1
Agente Operacional	1
Agente de Leitura e Inspeção	2
Diretor de Saneamento	1
Operador de Máquinas	1
Farmacêutico Bioquímico	1
Chefe de Setor	1
Gestor Público Municipal	1
Agente de Serviços Gerais	1
Diretor Administrativo	1
Assistente Administrativo	1
Presidente	1

Fonte: SANEFRAI (2022).

A Tabela 45 apresenta o número de veículos e equipamentos disponíveis para operação e manutenção do SAA, conforme informações da SANEFRAI.

Tabela 45: Veículos e equipamentos utilizados para a operação do SAA.

Tipo	Modelo	Ano	Placa	Combustível
Motocicletas	HONDA BROS KS NXR150	2006/2005	MFJ 6791	Gasolina
	HONDA/NXR 160 BROS	2016/2016	QIC 3216	Gasolina
	HONDA/NXR 160 BROS	2018/2017	QJE 9751	Gasolina
	HONDA/NXR BROS 160 ESDD	2020/2021	RLH7J25	Gasolina
Automóveis	GM CORSA CLASSIC LIFE	2008/2008	MEZ 1364	Gasolina
	FIAT UNO MILLE ECONOMY	2010/2009	MFZ 9815	Gasolina
	RENAULT DUSTER	2014/2014	MFU 0312	Gasolina
	ONIX TURBO	2021	RXN4F67	Flex
	HB20 UNIQUE HYUNDAI	2019/2019	QJW 2295	Gasolina
Utilitários	VW KOMBI	2009/2008	MES 4696	Gasolina
	GM/S10 ADVANCE	2011/2011	MIN 9484	Gasolina
	GM MONTANA CONQUEST	2010/2009	MHE 7165	Gasolina
	CHEVROLET MONTANA LS2	2019/2018	QIZ 8923	Gasolina

Tipo	Modelo	Ano	Placa	Combustível
	CHEVROLET MONTANA LS2	2019/2018	QJC7883	Gasolina
	MONTANA SPORT CHEVROLET	2020/2019	RAF 7824	Gasolina
Caminhões	WV CAÇAMBA	2009/2008	MFQ 4196	Diesel
	IVECO/DAILY 70C	2010/2010	MII 6354	Diesel
	CAMINHÃO VW FOSSA	2012/2011	MKM 6541	Diesel
Máquinas	D-50 KOMATSU (TRATOR DE ESTEIRA)	1980	12	Diesel
	XT870BR XCMG (RETROESCAVADEIRA)	2020/2020	1079	Diesel
	RANDON RD0406STD TB MR (RETROESCAVADEIRA)	2013	1028	Diesel
	BOB CAT MINICARREGADEIRA	-	222	Diesel

Fonte: SANEFRAI (2022).

#### 7.1.2.15. Política Tarifária e Regulação

A fiscalização dos serviços de saneamento é realizada, desde 2010, pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento – ARIS, conforme Lei Municipal nº 2.052, de 30 de março de 2010, que autorizou o ingresso do município neste Consórcio.

Na Tabela 46, estão as categorias e faixas tarifárias do ano base de 2022.

Tabela 46: Política Tarifária – 2022.

Categoria	Faixa	Consumo (m <sup>3</sup> )	Água (R\$/m <sup>3</sup> )
<b>RESIDENCIAL</b>	1	até 10,99	39,08
	2	11 a 25,99	7,12
	3	Acima de 26	9,02
<b>RESIDENCIAL SOCIAL</b>	1	até 10,99	19,54
	2	11 a 25,99	3,56
	3	Acima de 26	4,51
<b>COMERCIAL</b>	1	até 10,99	54,52
	2	Acima de 11	8,53
<b>INDUSTRIAL</b>	1	até 10,99	54,52
	2	Acima de 11	8,53
<b>PÚBLICA</b>	1	até 10,99	54,52
	2	Acima de 11	8,53

Fonte: SANEFRAI (2022).

### 7.1.2.16. Receitas Despesas e Resultados

A Política Nacional de Saneamento Básico apresenta, em seu capítulo VII do art. 2º da, a eficiência e sustentabilidade econômica como princípio para prestação dos serviços públicos de saneamento básico. Assim, a prestação do serviço de abastecimento de água potável deve acontecer de maneira que não seja gerado ônus financeiro ao poder concedente, à concessão e/ou à sociedade devido a práticas de gestão dos sistemas.

Na Tabela 47, são apresentados os custos fornecidos pela SANEFRAI para a prestação dos serviços de abastecimento de água nos anos de 2020 e 2021.

Tabela 47: Relatório de custos do SAA em 2020 e 2021.

Tipo	2020	2021
<b>Custo anual de salários encargos e benefícios</b>	891.977,14	993.033,38
<b>Custos anual salários encargos e benefícios - administrativo/comercial</b>	298.501,75	289.883,78
<b>Custo anual de energia elétrica</b>	1.475.117,01	1.873.184,36
<b>Custo anual com produtos químicos operação</b>	213.464,60	218.937,50
<b>Custo anual com materiais de manutenção</b>	379.153,43	394.572,75
<b>Custo anual com veículos, combustíveis e lubrificantes</b>	182.030,12	262.454,02
<b>Custo anual com serviços de terceiros</b>	441.420,52	551.393,87
<b>Outros custos e despesas de exploração</b>	992.689,40	1.116.220,86
<b>Total (R\$)</b>	<b>4.874.353,97</b>	<b>5.699.680,52</b>

Fonte: SANEFRAI (2022).

Na Tabela 48, são apresentados os dados de faturamento, arrecadação, e custos fornecidos pela SANEFRAI para os anos de 2020 e 2021.

Tabela 48: Fluxo de Caixa SAA em 2020 e 2021.

Ano	Custos (R\$)	Arrecadação <sup>7</sup> (R\$)	Investimentos (R\$)	Saldo (R\$)
<b>2020</b>	4.874.353,97	6.550.227,54	602.426,87	1.073.446,70
<b>2021</b>	5.699.680,52	7.071.323,84	943.138,58	428.504,74

Fonte: SANEFRAI (2022).

<sup>7</sup> Dados considerando apenas a arrecadação direta, não foram consideradas as receitas indiretas provenientes da prestação de outros serviços.

Como pode se observar, os dados fornecidos indicam que os valores arrecadados foram suficientes para cobrir os custos e investimentos nos anos de 2020 e 2021, tendo gerado caixa que permite a realização de outros investimentos no setor.

#### 7.1.2.17. Diagnóstico das Demandas Atuais

A Tabela 49 apresenta as informações compiladas dos sistemas de abastecimento de água urbanos para os anos de 2022 e 2023.

Tabela 49: Dados operacionais nos SAA Urbanos em 2022 e 2023.

Parâmetros	2022	2023
<b>Volume Captado anual - Manancial superficial (m³)</b>	646.577	646.821
<b>Média de Horas Diárias de Operação da Captação superficial (h/dia)</b>	23,44	23,71
<b>Vazão Média do Sistema (l/s) - captação superficial</b>	21,00	20,76
<b>Volume Captado anual - Mananciais subterrâneos (m³)</b>	1.970.519	2.384.287
<b>Volume Captado diário - Mananciais subterrâneos (m³)</b>	5.399	6.532
<b>Volume captado anual - total (m³)</b>	2.617.096	3.031.108
<b>Contribuição manancial superficial em relação ao volume captado total (%)</b>	24,71	21,34
<b>Contribuição mananciais subterrâneos em relação ao volume captado total (%)</b>	75,29	78,66
<b>Volume de processos anual – total (m³)</b>	19.380	20.880
<b>Volume anual disponibilizado para consumo (m³)</b>	2.579.643	2.994.330
<b>Volume micromedido anual (m³)</b>	1.458.810	1.546.563
<b>Volume anual utilizado (m³)</b>	1.476.429	1.570.453
<b>População total atendida<sup>8</sup></b>	27.259	27.259

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2024).

A Tabela 50 apresenta os índices de perdas dos sistemas e os consumos per capita calculados a partir dos dados fornecidos pela SANEFRAI.

Tabela 50: Dados operacionais nos SAA Urbanos em 2022 e 2023.

Parâmetros	2022	2023
<b>Volume anual disponibilizado para consumo (m³)</b>	2.579.643	2.994.330
<b>Volume micromedido anual (m³)</b>	1.458.356	1.546.563
<b>Volume anual utilizado (m³)</b>	1.476.429	1.570.453
<b>Índice de perdas de processo e operacional (%)</b>	0,74	0,69
<b>Índice Perdas na distribuição (%)</b>	43,16	47,83
<b>Consumo médio per capita de água efetivo (l/hab.dia)</b>	148,39	157,84
<b>Consumo médio per capita demandado (l/hab.dia)</b>	261,09	302,55

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2024).

<sup>8</sup> Considerando o somatório das populações atendidas por cada sistema, conforme a Tabela 42.

A Tabela 51 apresenta os dados operacionais das captações no ano de 2023 e os limites previstos nas outorgas de uso d'água de cada captação. Conforme pode se observar, a maioria dos poços utilizados no SAA Central operaram em 2023 acima dos limites diários previstos nas suas respectivas outorgas.

Tabela 51: Dados operacionais das captações no ano de 2023 e limites das outorgas de uso d'água.

Sistema	Captação	Operação em 2023				Dados Outorga		
		Tempo médio de operação (h/dia)	Vazão horária média (m³/h)	Captação diária média (m³)	Volume anual captado (m³)	Horas de captação (horas/dia)	Vazão (m³/h)	Volume máximo diário captado (m³)
SAA Central	Rio Mansinho	23,71	74,74	1.772,11	646.821	24	180	4.320
	Poço 01	20,33	22,73	462,07*	168.657	22,00	19,80	450,60
	Poço 02	21,09	25,22	531,90*	194.143	22,00	23,10	502,00
	Poço 04	20,47	12,77	261,39	95.408	20,00	22,18	443,50
	Poço 05	17,48	12,97	226,77*	82.771	15,00	11,20	168,00
	Poço 08	7,39	10,84	80,16	29.258	10,00	8,16	81,50
	Poço 09	21,12	42,00	887,08*	323.785	18,00	39,42	709,56
	Poço 12	10,56	26,36	278,40	101.615	-	-	-
	Poço 13	15,95	18,77	299,44*	109.296	16,00	12,60	201,60
	Poço 14	18,27	38,07	695,42*	253.828	18,00	24,00	432,00
SAA São Miguel	Poço 18	12,86	18,11	232,85	84.989	-	-	-
	Poço 07	21,13	43,47	918,58	335.280	-	-	-
	Poço 10	19,61	33,88	664,46	242.527	-	-	-
SAA Macieira	Poço 16	20,79	30,87	641,83	234.267	-	-	-
	Poço 03	7,69	24,30	186,88	68.210	17,00	26,40	448,80
SAA Liberata	Poço 06	6,36	11,91	75,72	27.636	12,00	14,95	179,40
	Poço 15	4,48	10,23	45,81	16.719	12,00	10,66	128,00
Parque da Maçã	Poço 11	6,76	6,44	43,56	15.898	17,00	5,10	86,70

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2024).

\*Valores em vermelho indicam os poços que registraram volumes diários captados superiores aos limites de outorga.

A captação de volumes superiores aos permitidos em outorga em poços do Sistema Central evidencia a necessidade de reavaliação dos mananciais explorados e da busca por novas alternativas para continuidade do abastecimento dentro dos limites outorgados.

Na Tabela 52, são apresentados os dados operacionais por sistema nos anos de 2022 e 2023.

Tabela 52: Dados operacionais dos sistemas em 2022 e 2023.

Parâmetros	SAA Central		SAA São Miguel		SAA Macieira		SAA Liberata		SAA Parque da Maçã	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
<b>Volume Captado anual - Manancial superficial (m³)</b>	646.577	646.821	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Média de Horas Diárias de Operação da Captação superficial (h/dia)</b>	23,44	23,71	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Vazão Média do Sistema (l/s) - captação superficial</b>	21,00	20,76	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Volume Captado anual - Mananciais subterrâneos (m³)</b>	1.121.622	1.443.750	728.999	812.074	62.273	68.210	39.552	44.355	18.073	15.898
<b>Volume Captado diário - Mananciais subterrâneos (m³)</b>	3.073	3.955	1.997	2.225	171	187	108	122	-	-
<b>Volume captado anual - total (m³)</b>	1.768.199	2.090.571	728.999	812.074	62.273	68.210	39.552	44.355	18.073	15.898
<b>Contribuição manancial superficial em relação ao volume captado total (%)</b>	36,57	30,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Contribuição mananciais subterrâneos em relação ao volume captado total (%)</b>	63,43	69,06	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Volume de processos anual – total (m³)</b>	19.380	20.880	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Volume anual disponibilizado para consumo (m³)</b>	1.748.819	2.069.691	728.999	812.074	62.273	68.210	39.552	44.355	18.073	15.898
<b>Volume micromedido anual (m³)</b>	966.444	1.041.073	413.003	434.172	39.357	42.397	39.552	28.921	18.073	15.898
<b>Volume anual utilizado (m³)</b>	966.444	1.049.065	413.003	434.172	39.357	42.397	39.552	28.921	18.073	15.898
<b>População total atendida</b>	16.656	16.656	8.359	8.359	712	712	760	760	-	-

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2024).

A Tabela 53 apresenta os índices de perdas dos sistemas e os consumos per capita calculados a partir dos dados fornecidos pela SANEFRAI.

Tabela 53: Indicadores operacionais dos sistemas em 2022 e 2023.

Parâmetros	SAA Central		SAA São Miguel		SAA Macieira		SAA Liberata		SAA Parque da Maça	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
<b>Volume anual disponibilizado para consumo (m³)</b>	1.748.819	2.069.691	728.999	812.074	62.273	68.210	39.552	44.355	18.073	15.898
<b>Volume micromedido anual (m³)</b>	966.444	1.041.073	413.003	434.172	39.357	42.397	39.552	28.921	18.073	15.898
<b>Volume anual utilizado (m³)</b>	966.444	1.049.065	413.003	434.172	39.357	42.397	39.552	28.921	18.073	15.898
<b>Índice de perdas de processo e operacional (%)</b>	1,10%	1,00%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Índice Perdas na distribuição (%)</b>	44,74%	49,31%	43,35%	46,54%	36,80%	37,84%	0,00%	34,80%	-	-
<b>Consumo médio per capita de água efetivo (l/hab.dia)</b>	158,97	172,56	135,36	142,30	151,44	163,14	142,58	104,26	-	-
<b>Consumo médio per capita demandado (l/hab.dia)</b>	287,66	340,44	238,93	266,16	239,62	262,47	142,58	159,90	-	-

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2024).

Em análise aos indicadores da Tabela 53, verifica-se a necessidade de redução das perdas na distribuição, principalmente nos sistemas Central e São Miguel, que, em 2022 e 2023, ultrapassaram 40%. É importante destacar que as elevadas perdas atuais, além de poderem afetar o abastecimento, também podem comprometer o acesso do Município a recursos públicos da União. De acordo com a Resolução MCID nº 788, de 1º de agosto de 2024, para que o município possa acessar recursos da União, é necessário que os indicadores de perdas apresentem valores menores ou iguais a:

- I - 35% e 303,0 litros/ligação/dia, até 2025;
- II - 30% e 263,0 litros/ligação/dia para os anos de 2026 a 2032;e
- III - 25% e 216,0 litros/ligação/dia a partir do ano de 2033 (BRASIL, 2024).

Para avaliar a reservação mínima necessária para cada sistema, estimou-se a demanda de água nos dias de maior consumo de 2023, aplicando-se um fator K1 = 1,2 sobre a média do consumo diário. Esse fator foi aplicado apenas ao consumo efetivo, considerando que as perdas permaneceram constantes. Em períodos de alto consumo, a redução nas pressões tende a diminuir as perdas do sistema, de modo que não há incremento no volume de perdas em função do aumento do consumo. A Tabela 54 apresenta a reservação mínima calculada para garantir um 1/3 do volume demandado no dia de maior consumo do ano.

Tabela 54: Demanda de reservação dos sistemas do SAA Urbano em 2023.

Parâmetros	SAA Central 2023	SAA São Miguel 2023	SAA Macieira 2023	SAA Liberata 2023
<b>População total atendida</b>	16.656	8.359	712	760
<b>Consumo médio per capita de água efetivo (l/hab.dia)</b>	172,56	142,30	163,14	104,26
<b>Índice Perdas na distribuição (%)</b>	49,31%	46,54%	37,84%	34,80%
<b>Volume demandado no dia de maior consumo (m³)</b>	6.245	2.463	210	137
<b>Volume de reservação necessário (m³)</b>	2.082	821	70	46
<b>Reservação existente (ativa)</b>	1.244	874	20	70
<b>Déficit de reservação em 2023</b>	838	-	50	-

Fonte: Elaboração própria.

Analisando a Tabela 54, observa-se que, nas condições operacionais de 2023, especialmente considerando as perdas na distribuição registradas, a capacidade de

reservação existente não teria sido suficiente para garantir o abastecimento por, no mínimo, 8 horas nos sistemas Central e Macieira.

## 7.2. AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2012 E SUAS PROPOSTAS DE INVESTIMENTOS

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Fraiburgo, elaborado em 2012, apresenta as “Metas para o Sistema de Abastecimento de Água”. Na sequência, essas metas foram transcritas, com comentários atribuídos sobre as atitudes tomadas pelos responsáveis até o momento.

### 1 – Universalização dos serviços – Manter cobertura de 100%.

Comentários: Item atendido parcialmente. A SANEFRAI manteve o índice de atendimento nas áreas já atendidas na época da elaboração do plano. No entanto, nos bairros X de Novembro, Faxinal dos Carvalhos e Papuã, o atendimento não contempla toda a população. Além disso, não há atendimento no bairro Butiá Verde. O índice de atendimento urbano atualmente é estimado em 92,40%.

### 2 – Qualidade da água – Garantir o padrão de potabilidade estabelecido pelos órgãos competentes.

Comentários: Item atendido.

### 3 – Continuidade do abastecimento de água - ICA.

Comentários: Item não atendido. Para apuração do valor do ICA, o plano prevê o registro contínuo do nível de água em todos os reservatórios em operação no sistema, além do registro contínuo das pressões em pontos da rede de distribuição, devendo a seleção dos pontos ser representativa e abranger todos os setores de abastecimento e ser instalado pelo menos um registrador de pressão para cada 1.000 ligações. Após a implantação do sistema supervisorado, a SANEFRAI consegue monitorar o nível dos reservatórios, mas não possui monitoramento contínuo dos pontos de pressão como prevê o plano.

### 4 – Controlar perdas no sistema de distribuição e reduzi-las.

Comentários: Item não atendido. As perdas no sistema de distribuição diminuíram em relação aos valores observados em 2012. No entanto, estão bem acima do índice de 25% previsto para o ano de 2022.

### 7.3. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

#### 7.3.1. PROGNÓSTICO DE DEMANDAS

##### 7.3.1.1. SAA Urbano

Para a projeção da população a ser atendida pelos SAA urbanos, considerou-se um cenário de crescimento no qual o índice de atendimento dos sistemas urbanos deverá atingir 99% da população urbana até 2033. Neste cenário, não foi considerado o atendimento através de solução coletiva para o bairro Butiá Verde, cujo abastecimento, em função das características de ocupação, deverá ser alcançado através de soluções individuais ou descentralizadas.

A estimativa populacional para os SAA urbanos é apresentada pela Tabela 55.

Tabela 55: Projeção da evolução da população atendida pelos sistemas urbanos de abastecimento de água.

Ano	Projeção da Pop. urbana - PMSB	Índice de atendimento SAA Central (%)	Pop. Atendida SAA Central	Índice de atendimento SAA São Miguel (%)	Pop. Atendida SAA São Miguel	Índice de atendimento SAA Liberata (%)	Pop. Atendida SAA Liberata	Índice de atendimento SAA Macieira (%)	Pop. Atendida SAA Macieira	Índice de atendimento SAA Faxinal dos Carvalhos (%)	Pop. Atendida SAA Faxinal dos Carvalhos	Índice de atendimento Dez de Novembro (%)	Pop. Atendida SAA Dez de Novembro	Índice de atendimento SAA Papuã (%)	Pop. Atendida SAA Papuã	Índice de atendimento Butiá Verde (%)	Pop. Atendida Butiá Verde	Índice de atendimento SAA urbanos (%)	Pop. Total Atendida
2025	29.500	96,69	16.656	86,32	8.359	100,00	760	99,44	712	67,49	299	98,89	446	32,53	27	0,00	0	92,40	27.259
2026	29.500	97,04	16.716	87,95	8.517	100,00	760	99,44	712	71,43	316	98,90	446	40,84	34	0,00	0	93,23	27.502
2027	29.500	97,39	16.777	89,59	8.676	100,00	760	99,44	712	75,37	334	98,92	446	49,15	41	0,00	0	94,05	27.745
2028	29.500	97,74	16.837	91,22	8.834	100,00	760	99,44	712	79,31	351	98,93	446	57,46	48	0,00	0	94,88	27.989
2029	29.500	98,10	16.898	92,86	8.992	100,00	760	99,44	712	83,25	369	98,95	446	65,77	55	0,00	0	95,70	28.232
2030	29.500	98,45	16.958	94,49	9.151	100,00	760	99,44	712	87,19	386	98,96	446	74,07	61	0,00	0	96,53	28.475
2031	29.500	98,80	17.019	96,13	9.309	100,00	760	99,44	712	91,12	404	98,97	446	82,38	68	0,00	0	97,35	28.718
2032	29.500	99,15	17.079	97,76	9.468	100,00	760	99,44	712	95,06	421	98,99	446	90,69	75	0,00	0	98,18	28.962
2033	29.500	99,50	17.140	99,40	9.626	100,00	760	99,44	712	99,00	439	99,00	446	99,00	82	0,00	0	99,00	29.205
2034	29.500	99,55	17.148	99,45	9.631	100,00	760	99,49	712	99,09	439	99,09	447	99,09	82	0,00	0	99,05	29.219
2035	29.500	99,59	17.156	99,51	9.636	100,00	760	99,54	713	99,18	439	99,18	447	99,18	82	0,00	0	99,10	29.234
2036	29.500	99,64	17.163	99,56	9.642	100,00	760	99,59	713	99,27	440	99,27	448	99,27	82	0,00	0	99,15	29.248
2037	29.500	99,68	17.171	99,62	9.647	100,00	760	99,64	713	99,36	440	99,36	448	99,36	82	0,00	0	99,19	29.262
2038	29.500	99,73	17.179	99,67	9.652	100,00	760	99,70	714	99,45	441	99,45	449	99,45	83	0,00	0	99,24	29.277
2039	29.500	99,77	17.187	99,73	9.658	100,00	760	99,75	714	99,55	441	99,55	449	99,55	83	0,00	0	99,29	29.291
2040	29.500	99,82	17.195	99,78	9.663	100,00	760	99,80	715	99,64	441	99,64	449	99,64	83	0,00	0	99,34	29.306
2041	29.500	99,86	17.203	99,84	9.668	100,00	760	99,85	715	99,73	442	99,73	450	99,73	83	0,00	0	99,39	29.320
2042	29.500	99,91	17.210	99,89	9.673	100,00	760	99,90	715	99,82	442	99,82	450	99,82	83	0,00	0	99,44	29.334
2043	29.500	99,95	17.218	99,95	9.679	100,00	760	99,95	716	99,91	443	99,91	451	99,91	83	0,00	0	99,49	29.349
2044	29.500	100,00	17.226	100,00	9.684	100,00	760	100,00	716	100,00	443	100,00	451	100,00	83	0,00	0	99,54	29.363

Fonte: Elaboração própria.

As demandas de cada sistema foram estimadas separadamente, conforme apresentado na sequência.

A Tabela 56 apresenta a projeção de demandas para atendimento do SAA Central. Para a projeção das demandas, adotou-se a premissa de que o índice de consumo per capita efetivo de 172,56 l/hab.dia, observado em 2023, se manterá constante. Além disso, considerou-se que o índice de perdas diminuirá gradativamente até o ano de 2033, quando atingirá um valor de 25%.

Nas projeções de demanda, também foi usado um fator  $K1 = 1,2$  para garantir o atendimento no dia de maior consumo de água. Adotou-se, no entanto, este fator apenas sobre o consumo utilizado, considerando que as perdas se manterão constantes, já que em momentos de grande consumo a redução nas pressões diminui as perdas do sistema, não havendo incremento do volume de perdas em função do aumento de consumo. Para as perdas de processo e operacionais, adotou-se perdas de 2%.

Para a reserva mínima, considerou-se a manutenção de 1/3 do volume demandado no dia de maior consumo do ano.

Tabela 56: Projeção de Demandas para o SAA Central.

Ano	Projeção Abastecida Adotada (hab)	Per capita efetivo (l/hab/dia)	Volume consumido (m³)	Índice de perdas na distribuição (%)	Volume anual demandado (m³)	Produção necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Perdas de processo e operacional (%)	Captação necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Volume de reservação necessário (m³)
2025	16.656	172,56	1.049.065	46,61%	1.964.965	5.958	2,00%	6.080	1.986
2026	16.716	172,56	1.052.876	43,91%	1.877.121	5.720	2,00%	5.836	1.907
2027	16.777	172,56	1.056.686	41,21%	1.797.350	5.503	2,00%	5.616	1.834
2028	16.837	172,56	1.060.497	38,51%	1.724.588	5.306	2,00%	5.414	1.769
2029	16.898	172,56	1.064.308	35,81%	1.657.949	5.126	2,00%	5.230	1.709
2030	16.958	172,56	1.068.119	33,10%	1.596.693	4.960	2,00%	5.061	1.653
2031	17.019	172,56	1.071.929	30,40%	1.540.192	4.807	2,00%	4.905	1.602
2032	17.079	172,56	1.075.740	27,70%	1.487.913	4.666	2,00%	4.761	1.555
2033	17.140	172,56	1.079.551	25,00%	1.439.401	4.535	2,00%	4.628	1.512
2034	17.148	172,56	1.080.044	25,00%	1.440.058	4.537	2,00%	4.630	1.512
2035	17.156	172,56	1.080.537	25,00%	1.440.716	4.539	2,00%	4.632	1.513
2036	17.163	172,56	1.081.030	25,00%	1.441.374	4.541	2,00%	4.634	1.514
2037	17.171	172,56	1.081.523	25,00%	1.442.031	4.543	2,00%	4.636	1.514
2038	17.179	172,56	1.082.017	25,00%	1.442.689	4.545	2,00%	4.638	1.515
2039	17.187	172,56	1.082.510	25,00%	1.443.346	4.548	2,00%	4.640	1.516
2040	17.195	172,56	1.083.003	25,00%	1.444.004	4.550	2,00%	4.642	1.517
2041	17.203	172,56	1.083.496	25,00%	1.444.661	4.552	2,00%	4.645	1.517
2042	17.210	172,56	1.083.989	25,00%	1.445.319	4.554	2,00%	4.647	1.518
2043	17.218	172,56	1.084.482	25,00%	1.445.977	4.556	2,00%	4.649	1.519
2044	17.226	172,56	1.084.976	25,00%	1.446.634	4.558	2,00%	4.651	1.519

Fonte: Elaboração própria.

Considerando a capacidade outorgada das captações existentes no SAA Central, sem considerar a ampliação da infraestrutura de captação superficial do Rio Mansinho, o volume máximo diário possível de ser captado seria de 5.559 m<sup>3</sup> <sup>9</sup>. Portanto, para a operação dentro dos limites de outorga, observa-se a necessidade de redução das perdas de distribuição e/ou ampliação das captações

Quanto à reservação, o SAA Central conta com 1.244 m<sup>3</sup>, existindo a necessidade de ampliação dos centros de reservação para a manutenção de no mínimo 1/3 do consumo do dia de maior consumo ao longo do período de planejamento.

A Tabela 57 apresenta a projeção de demandas para atendimento do SAA São Miguel. Para a projeção das demandas, adotou-se a premissa de que o índice de consumo per capita efetivo observado em 2023, 142,30 l/hab.dia, se manterá constante. Além disso, considerou-se que o índice de perdas diminuirá gradativamente até o ano de 2033, quando atingirá um valor de 25%.

Nas projeções de demanda, também foi usado um fator K1 = 1,2 para garantir o atendimento no dia de maior consumo de água. Adotou-se, no entanto, este fator apenas sobre o consumo utilizado, considerando que as perdas se manterão constantes, já que em momentos de grande consumo a redução nas pressões diminui as perdas do sistema, não havendo incremento do volume de perdas em função do aumento de consumo. Para as perdas de processo e operacionais, adotou-se perdas de 0,5%.

Para a reservação mínima, considerou-se a manutenção de 1/3 do volume demandado no dia de maior consumo do ano.

---

<sup>9</sup> Para o Rio Mansinho, foi considerado um tempo diário de captação de 22 horas, com uma vazão de 25 l/s, correspondendo a metade da vazão atualmente outorgada. Nos poços com outorga, foram adotados os limites estabelecidos para cada um. No caso do poço P12, que não possui outorga, adotou-se uma vazão de captação correspondente a 70% da vazão de estabilização do poço (conforme o teste de vazão realizado em 2017), com um tempo de operação de 18 horas. Em relação ao poço P18, que não possui teste de vazão, foi utilizado o valor médio de operação registrado no ano de 2023 para o cálculo.

Tabela 57: Projeção de Demandas para o SAA Miguel.

Ano	Projeção Abastecida Adotada (hab)	Per capita efetivo (l/hab/dia)	Volume consumido (m³)	Índice de perdas na distribuição (%)	Volume anual demandado (m³)	Produção necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Perdas de processo e operacional (%)	Captação necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Volume de Reservação Necessário (m³)
2025	8.359	142,30	434.172	44,14%	777.286	2.367	0,50%	2.379	789
2026	8.517	142,30	442.397	41,75%	759.478	2.323	0,50%	2.335	774
2027	8.676	142,30	450.623	39,36%	743.074	2.283	0,50%	2.294	761
2028	8.834	142,30	458.848	36,96%	727.916	2.246	0,50%	2.257	749
2029	8.992	142,30	467.074	34,57%	713.867	2.212	0,50%	2.223	737
2030	9.151	142,30	475.299	32,18%	700.809	2.180	0,50%	2.191	727
2031	9.309	142,30	483.525	29,79%	688.641	2.152	0,50%	2.162	717
2032	9.468	142,30	491.750	27,39%	677.275	2.125	0,50%	2.136	708
2033	9.626	142,30	499.975	25,00%	666.634	2.100	0,50%	2.111	700
2034	9.631	142,30	500.250	25,00%	667.000	2.102	0,50%	2.112	701
2035	9.636	142,30	500.524	25,00%	667.366	2.103	0,50%	2.113	701
2036	9.642	142,30	500.798	25,00%	667.731	2.104	0,50%	2.114	701
2037	9.647	142,30	501.073	25,00%	668.097	2.105	0,50%	2.116	702
2038	9.652	142,30	501.347	25,00%	668.463	2.106	0,50%	2.117	702
2039	9.658	142,30	501.622	25,00%	668.829	2.107	0,50%	2.118	702
2040	9.663	142,30	501.896	25,00%	669.195	2.108	0,50%	2.119	703
2041	9.668	142,30	502.170	25,00%	669.560	2.110	0,50%	2.120	703
2042	9.673	142,30	502.445	25,00%	669.926	2.111	0,50%	2.121	704
2043	9.679	142,30	502.719	25,00%	670.292	2.112	0,50%	2.122	704
2044	9.684	142,30	502.993	25,00%	670.658	2.113	0,50%	2.124	704

Fonte: Elaboração própria.

Considerando os projetos elaborados pela SANEFRAI para a solicitação de outorga de uso da água dos poços junto à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde (SEMAE), os quais preveem uma operação diária de 18 horas e vazões de captação correspondentes a 70% das vazões de estabilização dos poços (conforme os testes de vazão), o volume máximo diário passível de captação seria de 1.840 m<sup>3</sup>. Dessa forma, para que a operação esteja dentro dos limites da outorga, será necessário ampliar as captações.

Quanto à reservação, o SAA São Miguel conta com 874 m<sup>3</sup> de reservação ativa, portanto, não há necessidade de ampliação dos centros de reservação para a manutenção de no mínimo 1/3 do consumo do dia de maior consumo ao longo do período de planejamento.

A Tabela 58 apresenta a projeção de demandas para atendimento do SAA São Macieira. Para a projeção das demandas, adotou-se a premissa de que o índice de consumo per capita efetivo observado em 2023, 163,14 l/hab.dia, se manterá constante. Além disso, considerou-se que o índice de perdas diminuirá gradativamente até o ano de 2033, quando atingirá um valor de 25%.

Nas projeções de demanda, também foi usado um fator  $K1 = 1,2$  para garantir o atendimento no dia de maior consumo de água. Adotou-se, no entanto, este fator apenas sobre o consumo utilizado, considerando que as perdas se manterão constantes, já que em momentos de grande consumo a redução nas pressões diminui as perdas do sistema, não havendo incremento do volume de perdas em função do aumento de consumo. Para as perdas de processo e operacionais, adotou-se perdas de 0,5%.

Para a reservação mínima, considerou-se a manutenção de 1/3 do volume demandado no dia de maior consumo do ano.

Tabela 58: Projeção de Demandas para o SAA Macieira.

Ano	Projeção Abastecida Adotada (hab)	Per capita efetivo (l/hab/dia)	Volume consumido (m³)	Índice de perdas na distribuição (%)	Volume anual demandado (m³)	Produção necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Perdas de processo e operacional (%)	Captação necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Volume de Reservação Necessário (m³)
2025	712	163,14	42.397	36,42%	66.679	206	0,50%	207	69
2026	712	163,14	42.397	34,99%	65.215	202	0,50%	203	67
2027	712	163,14	42.397	33,56%	63.815	198	0,50%	199	66
2028	712	163,14	42.397	32,14%	62.473	194	0,50%	195	65
2029	712	163,14	42.397	30,71%	61.186	191	0,50%	192	64
2030	712	163,14	42.397	29,28%	59.951	187	0,50%	188	62
2031	712	163,14	42.397	27,85%	58.766	184	0,50%	185	61
2032	712	163,14	42.397	26,43%	57.626	181	0,50%	182	60
2033	712	163,14	42.397	25,00%	56.529	178	0,50%	179	59
2034	712	163,14	42.419	25,00%	56.558	178	0,50%	179	59
2035	713	163,14	42.440	25,00%	56.587	178	0,50%	179	59
2036	713	163,14	42.462	25,00%	56.616	178	0,50%	179	59
2037	713	163,14	42.484	25,00%	56.645	178	0,50%	179	59
2038	714	163,14	42.505	25,00%	56.674	179	0,50%	179	60
2039	714	163,14	42.527	25,00%	56.703	179	0,50%	180	60
2040	715	163,14	42.549	25,00%	56.731	179	0,50%	180	60
2041	715	163,14	42.570	25,00%	56.760	179	0,50%	180	60
2042	715	163,14	42.592	25,00%	56.789	179	0,50%	180	60
2043	716	163,14	42.614	25,00%	56.818	179	0,50%	180	60
2044	716	163,14	42.635	25,00%	56.847	179	0,50%	180	60

Fonte: Elaboração própria.

O volume máximo diário outorgado do P03 é de 449 m<sup>3</sup>. Portanto, não há necessidade de ampliação ao longo do período de planejamento.

O SAA Macieira atualmente possui uma capacidade de armazenamento de apenas 20 m<sup>3</sup> de água. No entanto, para garantir uma reserva suficiente durante o dia de maior consumo (considerando uma média de 1/3 do consumo diário nesse período), a capacidade de reserva precisará ser aumentada para, no mínimo, 50 m<sup>3</sup>.

A Tabela 59 apresenta a projeção de demandas para atendimento do SAA Liberata. Para a projeção das demandas, adotou-se a premissa de que o índice de consumo per capita efetivo observado em 2023, 104,26 l/hab.dia, crescerá gradualmente, atingindo 130 l/s no ano de 2044. Além disso, considerou-se que o índice de perdas diminuirá gradativamente até o ano de 2033, quando atingirá um valor de 25%.

Nas projeções de demanda, também foi usado um fator K1 = 1,2 para garantir o atendimento no dia de maior consumo de água. Adotou-se, no entanto, este fator apenas sobre o consumo utilizado, considerando que as perdas se manterão constantes, já que em momentos de grande consumo a redução nas pressões diminui as perdas do sistema, não havendo incremento do volume de perdas em função do aumento de consumo. Para as perdas de processo e operacionais, adotou-se perdas de 0,5%.

Para a reserva mínima, considerou-se a manutenção de 1/3 do volume demandado no dia de maior consumo do ano.

Tabela 59: Projeção de Demandas para o SAA Liberata.

Ano	Projeção Abastecida Adotada (hab)	Per capita efetivo (l/hab/dia)	Volume consumido (m³)	Índice de perdas na distribuição (%)	Volume anual demandado (m³)	Produção necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Perdas de processo e operacional (%)	Captação necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Volume de Reservação Necessário (m³)
2025	760	104,26	28.921	33,71%	43.627	135	0,50%	136,1	45
2026	760	105,61	29.297	32,62%	43.480	135	0,50%	135,9	45
2027	760	106,97	29.673	31,53%	43.337	135	0,50%	135,7	45
2028	760	108,32	30.048	30,44%	43.199	135	0,50%	135,5	45
2029	760	109,68	30.424	29,35%	43.066	135	0,50%	135,3	45
2030	760	111,03	30.800	28,27%	42.936	135	0,50%	135,2	45
2031	760	112,39	31.176	27,18%	42.811	134	0,50%	135,0	45
2032	760	113,74	31.552	26,09%	42.689	134	0,50%	134,9	45
2033	760	115,10	31.928	25,00%	42.570	134	0,50%	134,8	45
2034	760	116,45	32.303	25,00%	43.071	136	0,50%	136,4	45
2035	760	117,81	32.679	25,00%	43.572	137	0,50%	138,0	46
2036	760	119,16	33.055	25,00%	44.074	139	0,50%	139,6	46
2037	760	120,52	33.431	25,00%	44.575	140	0,50%	141,1	47
2038	760	121,87	33.807	25,00%	45.076	142	0,50%	142,7	47
2039	760	123,23	34.183	25,00%	45.577	144	0,50%	144,3	48
2040	760	124,58	34.559	25,00%	46.078	145	0,50%	145,9	48
2041	760	125,94	34.934	25,00%	46.579	147	0,50%	147,5	49
2042	760	127,29	35.310	25,00%	47.080	148	0,50%	149,1	49
2043	760	128,65	35.686	25,00%	47.582	150	0,50%	150,7	50
2044	760	130,00	36.062	25,00%	48.083	151	0,50%	152,3	50

Fonte: Elaboração própria.

Considerando os volumes outorgados para os poços P06 e P15, tem-se um volume máximo diário outorgado de 307 m<sup>3</sup>. Portanto, no cenário de demandas esperado não há necessidade de ampliação ao longo do período de planejamento. O SAA Liberata atualmente possui uma capacidade de armazenamento de 70 m<sup>3</sup> de água. Assim, a reservação existente está dimensionada de forma adequada para as demandas estimadas ao longo do horizonte de planejamento.

Em função da ausência de histórico de consumo dos três novos sistemas assumidos pela SANEFRAI em 2024, para a projeção das demandas desses, adotou-se um índice de consumo per capita efetivo de 130,00 l/hab.dia. Além disso, arbitrou-se um índice de perdas de 35%, que diminuirá gradativamente até o ano de 2033, quando atingirá um valor de 25%.

Nas projeções de demanda, também foi usado um fator  $K1 = 1,2$  para garantir o atendimento no dia de maior consumo de água. Adotou-se, no entanto, este fator apenas sobre o consumo utilizado, considerando que as perdas se manterão constantes, já que em momentos de grande consumo a redução nas pressões diminui as perdas do sistema, não havendo incremento do volume de perdas em função do aumento de consumo. Para as perdas de processo e operacionais, adotou-se perdas de 0,5%.

Para a reservação mínima, considerou-se a manutenção de 1/3 do volume demandado no dia de maior consumo do ano.

Tabela 60: Projeção de Demandas para o SAA Faxinal dos Carvalhos.

Ano	Projeção Abastecida Adotada (hab)	Per capita efetivo (l/hab/dia)	Volume consumido (m³)	Índice de perdas na distribuição (%)	Volume anual demandado (m³)	Produção necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Perdas de processo e operacional (%)	Captação necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Volume de Reservação Necessário (m³)
2025	299	130,00	14.188	35,00%	21.827	68	0,50%	67,9	23
2026	316	130,00	15.015	33,75%	22.665	70	0,50%	70,7	23
2027	334	130,00	15.843	32,50%	23.471	73	0,50%	73,4	24
2028	351	130,00	16.671	31,25%	24.249	76	0,50%	75,9	25
2029	369	130,00	17.499	30,00%	24.998	78	0,50%	78,5	26
2030	386	130,00	18.327	28,75%	25.722	81	0,50%	80,9	27
2031	404	130,00	19.154	27,50%	26.420	83	0,50%	83,3	28
2032	421	130,00	19.982	26,25%	27.095	85	0,50%	85,6	28
2033	439	130,00	20.810	25,00%	27.747	87	0,50%	87,9	29
2034	439	130,00	20.829	25,00%	27.772	88	0,50%	87,9	29
2035	439	130,00	20.848	25,00%	27.798	88	0,50%	88,0	29
2036	440	130,00	20.867	25,00%	27.823	88	0,50%	88,1	29
2037	440	130,00	20.887	25,00%	27.849	88	0,50%	88,2	29
2038	441	130,00	20.906	25,00%	27.874	88	0,50%	88,3	29
2039	441	130,00	20.925	25,00%	27.900	88	0,50%	88,3	29
2040	441	130,00	20.944	25,00%	27.925	88	0,50%	88,4	29
2041	442	130,00	20.963	25,00%	27.951	88	0,50%	88,5	29
2042	442	130,00	20.982	25,00%	27.976	88	0,50%	88,6	29
2043	443	130,00	21.001	25,00%	28.002	88	0,50%	88,7	29
2044	443	130,00	21.020	25,00%	28.027	88	0,50%	88,7	29

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 61: Projeção de Demandas para o SAA Papuã.

Ano	Projeção Abastecida Adotada (hab)	Per capita efetivo (l/hab/dia)	Volume consumido (m³)	Índice de perdas na distribuição (%)	Volume anual demandado (m³)	Produção necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Perdas de processo e operacional (%)	Captação necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Volume de Reservação Necessário (m³)
2025	27	130,00	1.281	35,00%	1.971	6	0,50%	6,1	2,0
2026	34	130,00	1.608	33,75%	2.428	8	0,50%	7,6	2,5
2027	41	130,00	1.936	32,50%	2.868	9	0,50%	9,0	3,0
2028	48	130,00	2.263	31,25%	3.291	10	0,50%	10,3	3,4
2029	55	130,00	2.590	30,00%	3.700	12	0,50%	11,6	3,9
2030	61	130,00	2.917	28,75%	4.094	13	0,50%	12,9	4,3
2031	68	130,00	3.245	27,50%	4.475	14	0,50%	14,1	4,7
2032	75	130,00	3.572	26,25%	4.843	15	0,50%	15,3	5,1
2033	82	130,00	3.899	25,00%	5.199	16	0,50%	16,5	5,5
2034	82	130,00	3.903	25,00%	5.203	16	0,50%	16,5	5,5
2035	82	130,00	3.906	25,00%	5.208	16	0,50%	16,5	5,5
2036	82	130,00	3.910	25,00%	5.213	16	0,50%	16,5	5,5
2037	82	130,00	3.913	25,00%	5.218	16	0,50%	16,5	5,5
2038	83	130,00	3.917	25,00%	5.222	16	0,50%	16,5	5,5
2039	83	130,00	3.920	25,00%	5.227	16	0,50%	16,6	5,5
2040	83	130,00	3.924	25,00%	5.232	16	0,50%	16,6	5,5
2041	83	130,00	3.928	25,00%	5.237	16	0,50%	16,6	5,5
2042	83	130,00	3.931	25,00%	5.242	17	0,50%	16,6	5,5
2043	83	130,00	3.935	25,00%	5.246	17	0,50%	16,6	5,5
2044	83	130,00	3.938	25,00%	5.251	17	0,50%	16,6	5,5

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 62: Projeção de Demandas para o SAA X de Novembro.

Ano	Projeção Abastecida Adotada (hab)	Per capita efetivo (l/hab/dia)	Volume consumido (m³)	Índice de perdas na distribuição (%)	Volume anual demandado (m³)	Produção necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Perdas de processo e operacional (%)	Captação necessária no dia de maior consumo (m³/dia)	Volume de Reservação Necessário (m³)
2025	446	130,00	21.163	35,00%	32.558	101	0,50%	101,3	34
2026	446	130,00	21.166	33,75%	31.948	99	0,50%	99,6	33
2027	446	130,00	21.169	32,50%	31.361	98	0,50%	98,0	33
2028	446	130,00	21.171	31,25%	30.795	96	0,50%	96,5	32
2029	446	130,00	21.174	30,00%	30.249	94	0,50%	95,0	31
2030	446	130,00	21.177	28,75%	29.722	93	0,50%	93,5	31
2031	446	130,00	21.180	27,50%	29.214	92	0,50%	92,1	31
2032	446	130,00	21.183	26,25%	28.723	90	0,50%	90,8	30
2033	446	130,00	21.186	25,00%	28.248	89	0,50%	89,4	30
2034	447	130,00	21.205	25,00%	28.274	89	0,50%	89,5	30
2035	447	130,00	21.225	25,00%	28.300	89	0,50%	89,6	30
2036	448	130,00	21.244	25,00%	28.326	89	0,50%	89,7	30
2037	448	130,00	21.264	25,00%	28.352	89	0,50%	89,8	30
2038	449	130,00	21.283	25,00%	28.378	89	0,50%	89,9	30
2039	449	130,00	21.303	25,00%	28.404	89	0,50%	89,9	30
2040	449	130,00	21.322	25,00%	28.430	90	0,50%	90,0	30
2041	450	130,00	21.342	25,00%	28.455	90	0,50%	90,1	30
2042	450	130,00	21.361	25,00%	28.481	90	0,50%	90,2	30
2043	451	130,00	21.380	25,00%	28.507	90	0,50%	90,3	30
2044	451	130,00	21.400	25,00%	28.533	90	0,50%	90,4	30

Fonte: Elaboração própria.

Como não há informações sobre a capacidade de produção dos três poços que atendem os SAAs dos bairros Papuã, X de Novembro e Faxinal dos Carvalhos, não é possível avaliar a capacidade de atendimento desses ao longo do período de planejamento. Estudos de vazão dos poços deverão ser conduzidos para tornar possível essa avaliação.

Quanto à reservação, apenas o SAA X de Novembro possui capacidade de armazenamento suficiente para garantir, no mínimo, 1/3 do volume demandado no dia de maior consumo do ano. Para os SAAs Papuã e Faxinal dos Carvalhos, será necessário ampliar os centros de reservação ao longo do período de planejamento.

Para projeção da evolução das ligações e economias dos SAA Urbanos, considerou-se: taxa de ocupação domiciliar em declínio, a manutenção da proporção de economias nas diferentes categorias, tendência de verticalização na categoria residencial. A Tabela 63 apresenta a projeção de evolução das ligações e economias nas diferentes categorias para o SAA urbano.

Tabela 63: Projeção de ligações e economias no SAA urbano.

Ano	Residencial social		Residencial		Comercial		Pública		Industrial		Total de Ligações	Total de Economias
	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.		
2025	46	46	8.769	10.005	760	941	143	159	13	13	9.731	11.164
2026	47	47	8.860	10.136	769	953	145	161	13	13	9.834	11.311
2027	48	48	8.951	10.268	779	966	147	163	13	13	9.938	11.458
2028	48	48	9.042	10.401	790	978	149	166	13	13	10.042	11.607
2029	49	49	9.134	10.535	800	991	151	168	13	13	10.147	11.756
2030	50	50	9.227	10.671	810	1.004	153	170	14	14	10.253	11.908
2031	50	50	9.320	10.807	820	1.017	155	172	14	14	10.359	12.060
2032	51	51	9.413	10.945	831	1.030	157	174	14	14	10.466	12.214
2033	51	51	9.508	11.084	841	1.043	159	176	14	14	10.573	12.369
2034	52	52	9.527	11.137	845	1.048	160	177	14	14	10.598	12.427
2035	52	52	9.548	11.190	849	1.053	161	178	14	14	10.623	12.487
2036	52	52	9.568	11.244	853	1.058	161	179	14	14	10.649	12.547
2037	52	52	9.589	11.298	857	1.063	162	180	14	14	10.675	12.607
2038	53	53	9.610	11.353	861	1.068	163	181	14	14	10.701	12.668
2039	53	53	9.631	11.408	866	1.073	164	182	14	14	10.728	12.730
2040	53	53	9.653	11.463	870	1.078	164	183	15	15	10.755	12.792
2041	53	53	9.675	11.520	874	1.084	165	183	15	15	10.782	12.855
2042	54	54	9.697	11.576	878	1.089	166	184	15	15	10.810	12.918

Ano	Residencial social		Residencial		Comercial		Pública		Industrial		Total de Ligações	Total de Economias
	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.		
<b>2043</b>	54	54	9.720	11.633	883	1.094	167	185	15	15	10.838	12.982
<b>2044</b>	54	54	9.742	11.691	887	1.100	168	186	15	15	10.866	13.046

Fonte: Elaboração própria.

A partir da relação metros de rede por ligação observada em 2022, 19,97 m de rede por ligação, e considerando as projeções do número de ligações apresentadas acima, foram estimadas as ampliações de rede água ao longo dos próximos 20 anos para os SAA urbanos (Tabela 64).

Tabela 64: Ampliação da rede de distribuição em metros - SAA Urbanos.

Ano	Ampliação da rede de distribuição (m)	Ano	Ampliação da rede de distribuição (m)
<b>2025</b>	319	<b>2035</b>	505
<b>2026</b>	2.061	<b>2036</b>	511
<b>2027</b>	2.072	<b>2037</b>	518
<b>2028</b>	2.084	<b>2038</b>	525
<b>2029</b>	2.095	<b>2039</b>	531
<b>2030</b>	2.107	<b>2040</b>	538
<b>2031</b>	2.119	<b>2041</b>	545
<b>2032</b>	2.131	<b>2042</b>	552
<b>2033</b>	2.144	<b>2043</b>	559
<b>2034</b>	498	<b>2044</b>	566

Fonte: Elaboração própria.

Os dados da SANEFRAI indicam que, em 2022, 21,1% dos hidrômetros haviam sido instalados há mais de sete anos. A manutenção do parque de hidrômetros em condições adequadas de operação é essencial para o controle de perdas de água no sistema, inclusive para minimizar eventuais perdas de faturamento por falhas na submedição.

Dessa forma, considerou-se que deverá ser realizada a substituição anual de hidrômetros, de modo a manter a micromedição operando com erros aceitáveis, tendo como referência o intervalo de sete anos previsto para realização de verificação subsequente pelo INMETRO. O cenário de substituição de hidrômetros apresentado na Tabela 65 é referencial. Caso os hidrômetros instalados sejam aprovados na verificação definida pela Portaria INMETRO nº 155/2022, não será necessária a troca.

Tabela 65: Substituição de hidrômetros ao longo do plano.

Ano	Nº hidrômetros	Ano	Nº hidrômetros
2025	978	2035	1.720
2026	979	2036	1.642
2027	1.320	2037	1.819
2028	1.616	2038	1.224
2029	1.537	2039	1.101
2030	1.713	2040	1.190
2031	1.118	2041	1.449
2032	994	2042	1.745
2033	1.082	2043	1.668
2034	1.424	2044	1.845

Fonte: Elaboração própria.

### 7.3.1.2. Abastecimento de água na área rural

Em virtude da ausência de histórico de informações sobre a quantidade e a qualidade das águas distribuídas na área rural do município, não é possível prever como se dará a dinâmica de abastecimento de água na área rural.

## 7.3.2. PROGNÓSTICO DO SISTEMA

### 7.3.2.1. SAA Urbano

- Captação SAA Central

Considerando o cenário projetado de consumo do SAA Central (Tabela 56), observa-se que as perdas na distribuição nesse sistema devem ser inferiores a 38% para que as captações operem dentro dos limites de outorga, sem a necessidade de ampliações.

Mesmo considerando um cenário ideal, com significativa redução das perdas, devido ao histórico de problemas no abastecimento durante estiagens prolongadas, recomenda-se a ampliação da capacidade de captação através da exploração de mananciais superficiais.

Previamente, conforme já mencionado, recomenda-se a realização de medições a campo para confirmar os valores reais disponíveis no ponto atual de captação do Rio Mansinho e nos demais mananciais prospectados pela autarquia.

Após a definição da nova captação, o projeto de ampliação deverá prever a implantação de nova estação de recalque de água bruta e de rede adutora de água bruta até o ponto de tratamento, que deverão ser dimensionadas considerando a disponibilidade hídrica no ponto de captação. A implantação de equipamentos de macromedição nas linhas de adução também deverá ser realizada para garantir melhor controle e gestão das perdas do sistema.

- Captação SAA São Miguel

Considerando o cenário projetado de consumo do SAA São Miguel (Tabela 57), identifica-se a necessidade de implantar uma nova captação para assegurar a continuidade do abastecimento ao longo do período de planejamento, mantendo a operação dentro dos limites de outorga.

- Demais captações

Não foi identificada a necessidade de ampliação das demais captações, as quais estão, inicialmente, dimensionadas de forma adequada para assegurar o abastecimento durante todo o período de planejamento.

Deverão ser instalados macromedidores nos cavaletes dos poços do SAA Faxinal dos Carvalhos, SAA Papuã e SAA X de Novembro para controle das vazões captadas.

Os poços P7, P10, P12, P16, P18, assim como os poços do SAA Faxinal dos Carvalhos, SAA Papuã e SAA X de Novembro, que ainda possuem pedidos de outorga de uso da água, deverão ser regularizados.

- Tratamento ETA - SAA Central

A capacidade de tratamento do SAA Central precisará ser ampliada de modo a ser capaz de atender o aumento de vazão de água bruta proveniente de manancial superficial, observando a projeção de demandas apresentada na Tabela 56.

Além disso, para regularizar a situação da ETA existente, deverá ser implantado um sistema de desidratação do lodo da retrolavagem dos filtros e dos decantadores. Ademais, a casa de química necessitará de adequações para a

instalação de estruturas de contenção, visando prevenir a contaminação do solo em caso de vazamento dos tanques de produtos químicos.

- Tratamento – casas de químicas poços

As casas de química dos poços deverão ser adequadas para a construção de estruturas de contenção para o armazenamento dos produtos químicos. Além disso, recomenda-se que os painéis de controle dos poços sejam realocados para local distinto das áreas de armazenamento dos químicos.

Para o poço P18, bem como nos poços dos SAA Faxinal dos Carvalhos, SAA Papuã e SAA X de Novembro, deverão ser construídas casas de químicas para o adequado armazenamento dos produtos químicos utilizados no tratamento.

- Distribuição

A reservação do SAA Central se mostra insuficiente para atender as demandas atuais e futuras, sendo necessária a ampliação da reservação em, no mínimo, 300 m<sup>3</sup> de água. De forma semelhante, a capacidade de reservação do SAA Macieira também requer um aumento mínimo de 40 m<sup>3</sup>.

Na pesquisa de satisfação online, diversos participantes relataram problemas relacionados à regularidade e pressão da água. Diante disso, recomenda-se a realização de um estudo para identificar os pontos de baixa pressão e avaliar a necessidade de instalação de pressurizadores. Simultaneamente a realização desse estudo e das adequações no sistema de reservação dos SAAs, recomenda-se que sejam realizadas campanhas para incentivar a população a instalar reservatórios de água em suas edificações, reduzindo assim a possibilidade de desabastecimento em momentos que o serviço seja interrompido ou de grande consumo, quando as pressões costumam diminuir.

Como parte do programa de perdas, deverão ser implantados macromedidores na saída de todos os reservatórios e equipamentos de recalque. A aferição e substituição dos macromedidores instalados deverá ser realizada preventivamente.

### 7.3.2.2. Soluções individuais e comunitárias nas áreas rurais

Para facilitar a gestão e garantir a universalização do acesso à água a população rural, recomenda-se a realização de um cadastro de todos os domicílios rurais, este deverá incluir informações sobre a forma de abastecimento utilizada na propriedade, o número de pessoas atendidas e a demanda de água, informações sobre as condições de captação e sobre a realização de tratamento da água.

Em parceria com órgãos de referência como FUNASA (responsável pela coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural), EMBRAPA e EPAGRI, a municipalidade deverá buscar alternativas para a melhoria das condições de abastecimento de água na área rural, auxiliando na implantação de técnicas de tratamento acessíveis para os domicílios que adotam alternativas individuais de abastecimento.

É importante que exista pelo menos um profissional qualificado no município que esteja disponível para auxiliar nas adequações ou melhorias das soluções individuais e comunitárias.

Campanhas de orientação à população sobre importância do tratamento da água, sobretudo sobre a necessidade de desinfecção antes do consumo, deverão ser realizadas com o suporte da Vigilância Sanitária.

Para mitigar os problemas de desabastecimento das propriedades rurais durante períodos de estiagem, deverão ser realizadas campanhas pelo Município para incentivar a coleta e reservação das águas pluviais, através da implantação de cisternas, visando sua utilização para fins não potáveis. Recomenda-se que a instalação das cisternas observe os parâmetros previstos na NBR 15.527 (ABNT, 2019).

#### 7.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos sistemas de abastecimento urbano de Fraiburgo, os dados atuais e as projeções indicam, principalmente, a necessidade de reduzir as perdas de água na distribuição. Além disso, será necessário expandir as estruturas do SAA Central (captação, tratamento, adução e reservação) e de Macieira (reservação), além de adaptar as instalações existentes de todos os sistemas para viabilizar o licenciamento ambiental.

Quanto ao abastecimento de água na área rural, verifica-se principalmente a necessidade de levantamento das soluções utilizadas e a de prestação de auxílio

técnico na adequação das captações e orientação em relação ao tratamento das águas.

Como conclusões deste diagnóstico e prognóstico, para o estabelecimento de prioridades de ação e investimentos nos programas e projetos que serão objeto de detalhamento em item posterior deste plano, destacam-se as recomendações que seguem:

1. Realizar a adequação da estrutura das casas de químicas dos poços conforme projetos existentes (Poço P1 ao P16);
2. Construir novas casas de química a fim de melhorar o armazenamento de produtos químicos no poço P18, bem como nos poços dos SAA Faxinal dos Carvalhos, SAA Papuã e SAA X de Novembro;
3. Instalar macromedidores nos poços dos SAA Faxinal dos Carvalhos, SAA Papuã e SAA X de Novembro para controle dos volumes captados;
4. Realizar a regularização dos poços profundos que ainda não possuem outorga de uso da água;
5. Desenvolver projetos para adequação da casa de química da ETA e para implantação do sistema de tratamento e reaproveitamento dos efluentes da ETA;
6. Realizar as obras de adequação da casa de química e a implantação do sistema de tratamento e reaproveitamento dos efluentes da ETA;
7. Finalizar o processo de licenciamento ambiental do SAA urbano;
8. Realizar medições de campo para confirmar a disponibilidade de água no ponto de captação atual, em períodos distintos do ano, além de acompanhar a existência de outros usos a montante da captação que possam comprometer a disponibilidade hídrica;
9. Desenvolver projetos executivos para implantação de nova captação superficial e ampliação do sistema produtor do SAA Central, contemplando a construção de estrutura de captação superficial, novas unidades de recalque de água de bruta e respectivas adutoras, ampliação da ETA existente ou construção de nova unidade e ampliação da capacidade de adução de água tratada da unidade de tratamento até os centros de reservação;
10. Executar as obras necessárias para implantação de captação e ampliação do sistema produtor do SAA Central, conforme projetos executivos;

11. Implantar programa de redução de perdas, desenvolvendo procedimentos para atualização dos índices de produção de água, de perdas na distribuição e de processo, e definindo setores de macromedição na rede de distribuição, incluindo serviços de pesquisa de vazamentos ocultos na rede de distribuição. O programa deverá prever a redução gradual do índice de perdas atingindo um índice de perdas de no máximo 25% até o ano de 2033;
12. Capacitar equipe de campo para levantamento de informações durante obras de ampliação e/ou manutenção de rede para aprimorar as informações do cadastro de redes;
13. Estabelecer programa para verificação subsequente dos micromedidores com sete ou mais anos de uso, conforme prevê a Portaria INMETRO nº 155/2022, substituir os hidrômetros reprovados. Priorizar inicialmente os consumidores residentes e que se enquadram nas faixas superiores à 10 m<sup>3</sup>/mês;
14. Fazer a manutenção das unidades do sistema de abastecimento, mantendo rotina de roçada, pintura e eventuais consertos nas unidades, presando sempre pela segurança das unidades através de cercamento, e a utilização de cadeados em tampas, portas e portões;
15. Realizar a reforma do reservatório em concreto de 350 m<sup>3</sup> do SAA São Miguel e reativá-lo;
16. Implantar obras de melhorias no sistema distribuidor, contemplando: ampliações de rede, substituição de redes, implantação de novas ligações e substituição de ramais de ligação;
17. Ampliar os centros de reservação dos SAA Central, SAA Macieira, SAA Papuã e SAA Faxinal dos Carvalhos;
18. Realizar o recadastramento comercial dos usuários dos serviços de abastecimento de água do município;
19. Desenvolver programas de educação ambiental com foco na preservação de mananciais;
20. Realizar campanha para a orientação da população sobre a importância de manter reservação de água própria em seus domicílios para a mitigação dos efeitos das interrupções do abastecimento de água, além de orientar sobre a necessidade de limpeza destas unidades;
21. Elaborar o Plano de Segurança da Água (PSA), que deverá contemplar a identificação de perigos e riscos desde o manancial até o consumidor,

estabelecer medidas de controle para reduzi-los ou eliminá-los, e definir processos para a verificação da eficiência da gestão preventiva (art. 6º - Decreto Estadual nº 1.846/2018);

22. Estimular a coleta e reservação das águas pluviais, com a implantação de cisternas, visando sua utilização para fins não potáveis e como forma de minimizar o escoamento superficial durante as chuvas intensas. A instalação das cisternas deverá observar os parâmetros previstos na NBR 15.527 (ABNT, 2019) e regulamentações específicas do município;
23. Realizar levantamento/cadastramento das soluções alternativas coletivas e individuais para abastecimento de água adotadas na área rural;
24. Desenvolver campanha orientativa a população rural, que se utiliza de soluções alternativas para abastecimento, sobre importância do tratamento da água, sobretudo sobre a necessidade de desinfecção antes do consumo;
25. Auxiliar na realização de análises das águas utilizadas para o consumo humano no meio rural (revezamento de domicílios);
26. Buscar parceria junto a FUNASA (responsável pela coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural), EMBRAPA e EPAGRI para a universalização do abastecimento de água na área rural e implantação de técnicas de tratamento acessíveis; e
27. Auxiliar na adequação ou melhoria das soluções alternativas de abastecimento da área rural, disponibilizando apoio contínuo de profissional qualificado.

## 8. ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Este capítulo contém: o diagnóstico dos sistemas existentes no município, a verificação da execução das proposições do PMSB elaborado em 2012 e as projeções de demanda dos serviços de esgotamento sanitário para os próximos 20 anos de planejamento.

### 8.1. DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

#### 8.1.1. Contextualização

O lançamento e/ou disposição de efluentes não tratados, ou tratados de forma inadequada, em cursos d'água ou infiltrados no solo acabou se tornando um dos principais passivos ambientais originados pelo processo de urbanização que, além de contaminar a água e o solo, ocasiona poluição visual, afetando a beleza cênica do ambiente, e contribuem para o aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica, tais como: gastroenterite, febre tifoide e paratifoide, giardíase, hepatite infecciosa, cólera e verminoses.

Em 2022, segundo dados do IBGE (2024), 60,43% dos domicílios brasileiros destinavam seus efluentes para a rede coletora de esgoto ou para a rede pluvial, 16,99% se utilizavam de tanques sépticos para tratamento de seus efluentes, e 22,58% realizavam seu esgotamento sanitário por meio de fossas rudimentares, lançamento em cursos d'água, valas, entre outros.

Quando analisados os dados do estado de Santa Catarina, observa-se que o esgotamento nos domicílios catarinenses, em 2022, se dava predominantemente por meio do emprego de soluções individuais. Os tanques sépticos representavam a principal forma de esgotamento dos domicílios (56,14%), seguidos pela utilização de redes coletoras de esgoto ou de rede pluvial com 33,45%, os demais 10,41% dos domicílios empregavam outras formas de esgotamento sanitário consideradas prejudiciais ao meio ambiente (IBGE, 2024).

Os baixos índices de tratamento dos esgotos sanitários, além de contribuir para a transmissão de doenças, pode inviabilizar o uso dos recursos hídricos, uma vez que a baixa qualidade dos mananciais eleva os custos para captação e tratamento de água. Fica, portanto, evidenciada a necessidade de uma gestão integrada de todo o

ciclo de abastecimento de água e da coleta e tratamento adequado dos efluentes líquidos.

A NBR 9648 define esgoto sanitário como “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, águas de infiltração e contribuição pluvial parasitária.”, sendo o esgoto doméstico o efluente do uso da água para higiene e necessidades humanas, o industrial o despejo líquido resultante de processos fabris, a água de infiltração a água subterrânea que penetra nas tubulações e a contribuição pluvial parasitária uma parcela das águas de chuva que inevitavelmente são absorvidas pela rede coletora de esgoto sanitário (ABNT, 1986).

A produção per capita de esgoto sofre variações em função de fatores regionais, sociais e econômicos da população. Em função da ausência de micromedição, sua determinação para planejamento e projetos tem, normalmente, como referência o consumo de água efetivo per capita multiplicado por um coeficiente de retorno, o qual considera que uma parcela da água não será encaminhada para o sistema de tratamento ou para a rede coletora de esgoto, sendo destinada a atividades de limpeza de áreas externas e jardinagem, por exemplo.

As principais características físicas relacionadas ao esgoto, segundo o Manual de Saneamento da FUNASA são:

Teor de matéria sólida: todos os contaminantes da água, excetos os gases dissolvidos, formam a carga de sólidos, definida como a matéria que permanece como resíduo após evaporação a 103°C. É devido a esse percentual (cerca de 0,1% de sólidos nos esgotos) que ocorrem os problemas de poluição das águas, trazendo a necessidade de tratar os esgotos. Os sólidos em suspensão têm vinculação direta com a medida de turbidez;

Temperatura: É, em geral, pouco superior à das águas de abastecimento e também acima da temperatura do ar, exceto nos meses mais quentes de verão. A velocidade de decomposição do esgoto é proporcional ao aumento da temperatura;

Odor: os odores característicos do esgoto são causados pelos gases formados no processo de decomposição, assim o odor de mofo, típico do esgoto fresco, é razoavelmente suportável, e o odor de ovo podre, insuportável, é típico do esgoto velho ou séptico, devido à presença de gás sulfídrico;

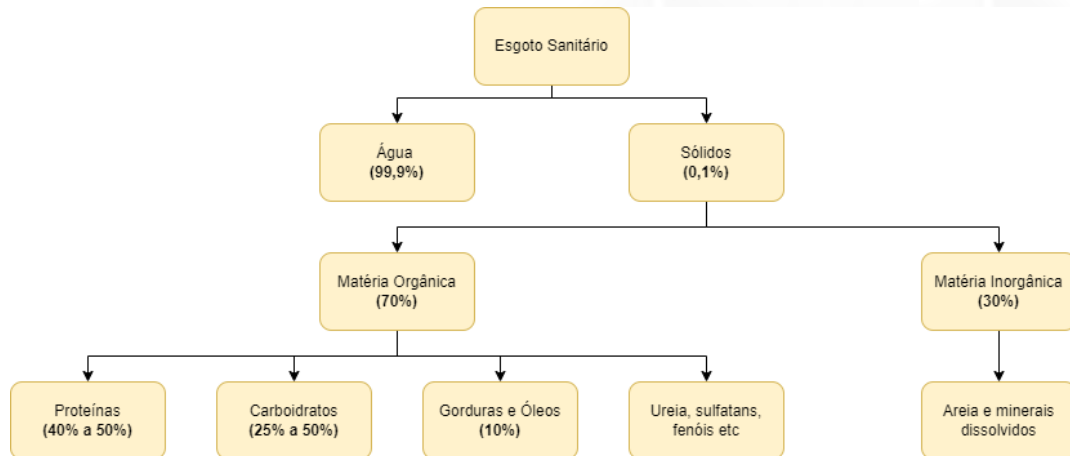
Cor e turbidez: indicam de imediato o estado de decomposição do esgoto. A tonalidade acinzentada acompanhada de alguma turbidez é típica do esgoto fresco e a cor cinza escura ou preta é típica do esgoto velho (FUNASA, 2019).

A composição dos efluentes está diretamente relacionada às finalidades de uso das águas. No uso doméstico, as águas são utilizadas para consumo, preparo de alimentos, higiene pessoal, limpezas gerais e irrigação de jardins. Assim, nesses efluentes, por exemplo, é comum a presença de restos de alimentos, óleo e gordura,

areia, fezes e urina; substâncias tensoativas (produtos de limpeza, sabão, sabonete, detergente etc.), produtos químicos (medicamentos, desinfetantes, odorizantes, entre outros).

A composição dos esgotos domésticos pode ser descrita, segundo o Manual de Saneamento da FUNASA, conforme apresentado na Figura 156.

Figura 156: Composição do Esgoto Sanitário



Fonte: Adaptado de FUNASA (2019).

O conhecimento sobre as substâncias que compõem os efluentes não é relevante apenas para seu tratamento, uma vez que a presença de algumas substâncias no efluente pode causar uma série de problemas operacionais ainda na rede coletora, por exemplo: sedimentação (areia), obstrução (óleo, gordura), corrosão da tubulação e de equipamentos (produtos químicos), entre outros.

Cabe destacar que uma parcela bastante significativa da vazão do esgoto sanitário que chega às unidades de tratamento centralizadas, através de redes coletoras, é proveniente de infiltrações de águas subterrâneas e águas pluviais parasitárias.

As infiltrações têm como origem juntas mal executadas ou danificadas; paredes de tubos (caso o material não seja impermeável ou os tubos estejam danificados); execução inadequada (rígida) das transposições das paredes dos poços de visita (PVs), pela ausência de elemento vedante; e utilização de material inadequado (permeável) ou com espessura insuficiente, além da falta ou má execução do revestimento impermeabilizante externo.

O termo “contribuição pluvial parasitária” refere-se às águas que entram na rede de esgoto sanitário durante períodos chuvosos, basicamente por três caminhos:

- água de chuva que cai diretamente sobre os orifícios de ventilação nas tampas dos PVs;
- água de chuva que entra nos PVs localizados em baixadas, onde durante uma chuva se acumula água sobre as tampas; e
- água de chuva de telhados, pátios etc. que é coletada em terrenos e lançada de forma indevida à rede de esgoto sanitário.

A redução das infiltrações é extremamente importante porque sua vazão, em algumas situações, pode alcançar valores que superam a vazão do esgoto coletado. Uma vazão de infiltração elevada tem como consequência a necessidade de tubulações de maiores dimensões, elevatórias de maior porte, além de estações de tratamento com maior capacidade, onerando não só a implantação como também a operação e manutenção do sistema. Cabe destacar que grande parte das causas para uma elevada vazão de infiltração poderiam ser evitadas com os devidos cuidados durante a elaboração do projeto e na execução das obras.

As contribuições pluviais parasitárias também são indesejadas na rede de esgoto sanitário, porém, em parte são inevitáveis, como nos dois primeiros casos acima citados anteriormente. Embora a utilização de tampas sem orifícios possa prevenir a entrada da água de chuva pelas tampas, merece destacar que esta medida pode comprometer a ventilação das tubulações da rede de esgoto, que é importante para a operação. Entretanto, a utilização de tampas sem orifícios de ventilação poderia ser cogitada em trechos alagadiços de extensão limitada caso outras medidas (operacionais) não levem à solução do problema.

Quanto aos sistemas de esgotamento sanitário dinâmicos, Tsutiya e Alem Sobrinho (2011) apontam que estes podem ser de três tipos:

- sistema de esgotamento unitário: no qual o esgoto sanitário, as águas de infiltração e as águas pluviais veiculam por um único conjunto de redes;
- sistema separador absoluto: sistema no qual o esgoto sanitário e as águas de infiltração veiculam em um conjunto de redes independente do sistema de águas pluviais; e

- sistema de esgotamento separador parcial: no qual uma parcela das águas pluviais provenientes de telhados e pátios ainda é encaminhada ao sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário.

No Brasil, em geral, são adotados os sistemas do tipo separador absoluto. Dentre as principais vantagens destes estão:

- redução no tamanho dos condutos/tubulação e, conseqüentemente, nos custos para implantação das redes coletoras;
- a falta de pavimentação das vias não interfere no desempenho do sistema;
- não exige a implantação de galerias em todas as vias urbanas; e
- não sofre grandes variações de volume ou diluição, que podem afetar o desempenho de sistema de tratamento biológicos.

No entanto, a entrada de águas pluviais na rede de esgotos, provindas de telhados e pátios de terrenos ou pelo lançamento de águas subterrâneas captadas, precisa ser combatida rigorosamente. Da mesma forma que a contribuição de esgoto sanitário nas redes de drenagem pluvial é indesejada, as contribuições de águas pluviais na rede de coleta de esgoto têm origens nas instalações inadequadas de esgotamento dentro da residência e causam uma variação de vazão e qualidade no esgoto sanitário indesejados para o tratamento. Para correção deste problema, deve-se conscientizar a população e fiscalizar as ligações por meio de campanhas e rotinas específicas que busquem o equacionamento do problema.

Segundo Von Sperling (2005), há basicamente duas variantes dos sistemas de esgotamento sanitário:

- Sistema individual ou sistema estático;
- Sistema coletivo ou sistema dinâmico.

Os sistemas individuais podem ser soluções satisfatórias para o tratamento dos efluentes em locais com baixa densidade populacional, desde que estes estejam corretamente dimensionados, executados e com a devida manutenção e controle do tratamento.

Os sistemas combinados tanque séptico-filtro anaeróbio são muito utilizados nos locais onde não há rede coletora de esgotos e em pequenas comunidades. O tanque remove fisicamente por sedimentação os sólidos suspensos. A parte líquida segue ao filtro para complementar a digestão anaeróbia. Em geral, o filtro anaeróbio apresenta fluxo ascendente, trabalhando de forma afogada (sem ar) podendo trabalhar com altas cargas de matéria orgânica (DBO).

A Tabela 66 apresenta as eficiências de remoção dos principais poluentes para diferentes configurações de sistemas individuais, combinando o tanque séptico com as unidades de tratamento complementar apresentadas pela extinta NBR 13.969 (ABNT, 1997).

Tabela 66: Eficiências de tratamento conforme tipo de tratamento associado em conjunto com o tanque séptico (%)

Parâmetro	Filtro anaeróbio submerso	Filtro aeróbio	Filtro de areia	Vala de filtração	LAB	Lagoa com plantas
<b>DBO<sub>5,20</sub></b>	40 a 75%	60 a 95%	50 a 85%	50 a 80%	70 a 95%	70 a 90%
<b>DQO</b>	40 a 70%	50 a 80%	40 a 75%	40 a 75%	60 a 90%	70 a 85%
<b>Sólidos em suspensão</b>	60 a 90%	80 a 95%	70 a 95%	70 a 95%	80 a 95%	70 a 95%
<b>Sólidos sedimentáveis</b>	≥70%	≥90%	100%	100%	90 a 100%	100%
<b>Nitrogênio amoniacal</b>	-	30 a 80%	50 a 80%	50 a 80%	60 a 90%	70 a 90%
<b>Nitrato</b>	-	30 a 70%	30 a 70%	30 a 70%	30 a 70%	50 a 80%
<b>Fosfato</b>	20 a 50%	30 a 70%	30 a 70%	30 a 70%	50 a 90%	70 a 90%
<b>Coliformes Fecais</b>	-	-	≥99%	≥99,5%	-	-

Fonte: ABNT (1997).

Em relação ao tratamento de efluentes de sistemas coletivos, este pode se dar por diversos processos, sendo eles: físicos, químicos e/ou biológicos. Para o tratamento de esgotos sanitários, normalmente são utilizados processos biológicos para a degradação da matéria orgânica. Dentre os sistemas de tratamento biológico, podem ser utilizados sistemas exclusivamente anaeróbios, sistemas exclusivamente aeróbios e sistemas combinados (anaeróbios + aeróbios).

A escolha do tipo de sistema tratamento de efluentes a ser utilizado deve considerar as características do efluente a ser tratado, a disponibilidade de área para implantação da estação, os padrões de lançamento etc. A Tabela 67 apresenta uma comparação entre os sistemas aeróbios e os sistemas anaeróbios.

Tabela 67: Comparação entre sistemas aeróbios e anaeróbios de tratamento de efluentes.

Características	Sistemas aeróbios	Sistemas anaeróbios
<b>Eficiência</b>	Maior	Menor
<b>Partida</b>	Rápida	Pode ser lenta
<b>Consumo de energia</b>	Alto	Inexpressivo
<b>Estabilidade</b>	Boa, sob aeração	Sensível
<b>Custo de implantação</b>	Maior	Menor
<b>Custo de Manutenção</b>	Maior	Menor
<b>Produção de odores</b>	Menor	Maior
<b>Produção de lodo</b>	Maior	Menor

Fonte: OLIVEIRA (2004).

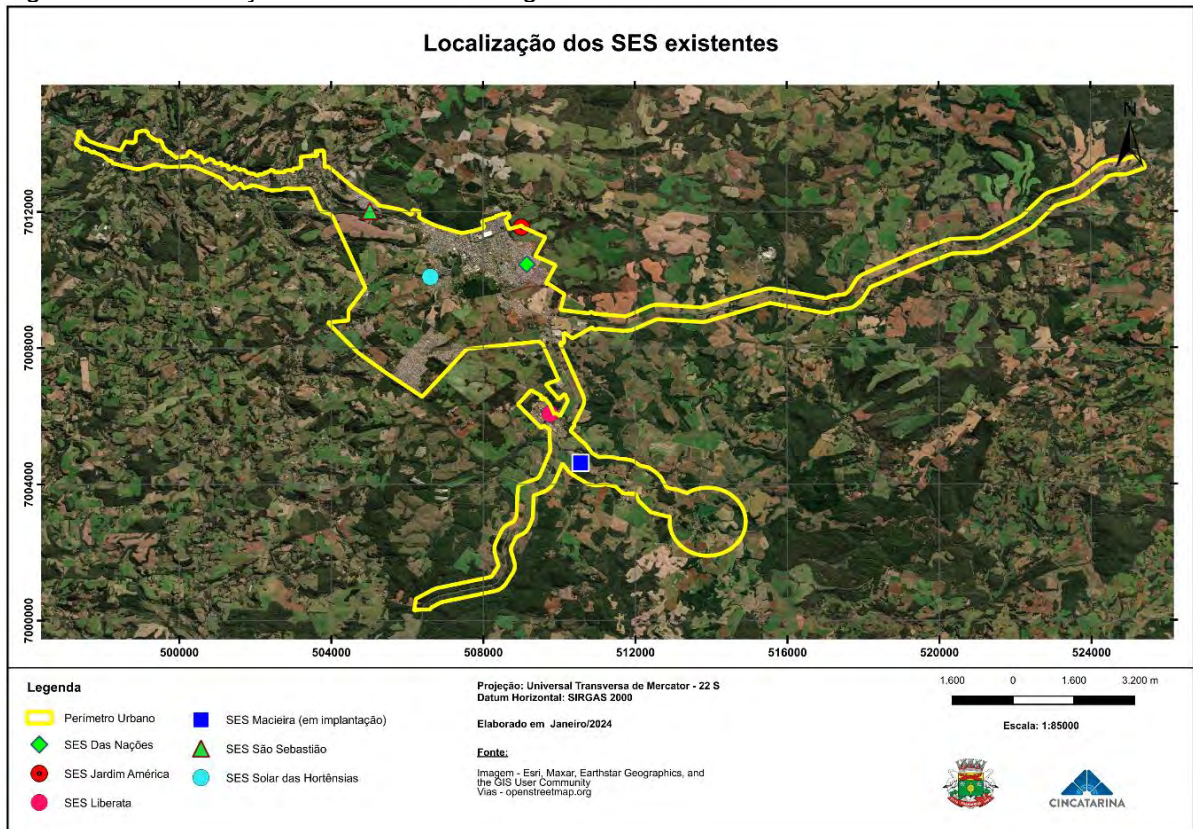
Os principais sistemas de tratamentos de esgoto em nível secundário, segundo Von Sperling (2005), são: lagoas de estabilização, lodos ativados, sistemas aeróbios com biofilmes, reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB) e filtros anaeróbios, sendo que esses podem ser combinados entre si.

### 8.1.2. Situação atual do esgotamento sanitário

Atualmente, existem cinco sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário em operação no Município de Fraiburgo, que atendem integralmente ou parcialmente os bairros São Sebastião, Liberata, Jardim América, Jardim das Hortênsias e Das Nações. Esses sistemas são operados pela Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo – SANEFRAI. Em 2022, os sistemas públicos de coleta e tratamento atendiam 12,74% da população urbana.

Um novo sistema de coleta e tratamento está em fase de implantação no bairro Macieira. Nas demais áreas do município, o esgotamento sanitário das edificações ocorre por meio do emprego de soluções individuais. A localização destes sistemas é apresentada através da Figura 157.

Figura 157: Localização dos sistemas de esgotamento sanitário existentes.



Fonte: Elaboração própria.

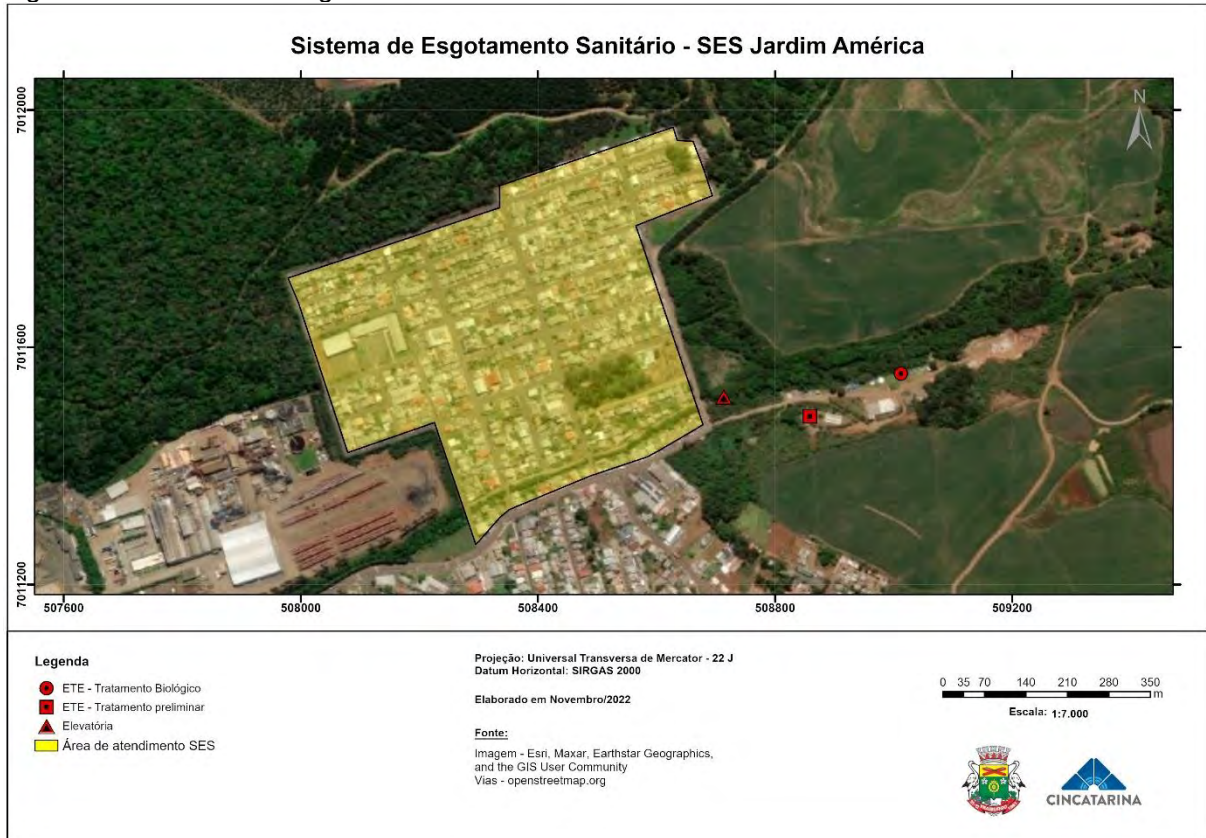
Na sequência, são apresentas as informações de cada sistema em operação.

### 8.1.2.1. SES Jardim América

Este sistema começou a operar em novembro de 2010. De acordo com os projetos disponibilizados pela SANEFRAI, todo o bairro Jardim América é atendido por redes coletoras, possuindo 631 economias ativas no ano de 2022. A área de cobertura desse sistema está representada na Figura 158.

A coleta de efluentes se dá por gravidade, através de tubos de PVC com diâmetro de 150 mm. Os efluentes coletados são direcionados até a elevatória (Figura 159) por meio de um emissário de 593 metros, em concreto, com diâmetro de 600 mm.

Figura 158: Sistema de Esgotamento Sanitário Jardim América.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 159: Estação elevatória de esgoto do SES Jardim América – 5 CV – 01/2022.



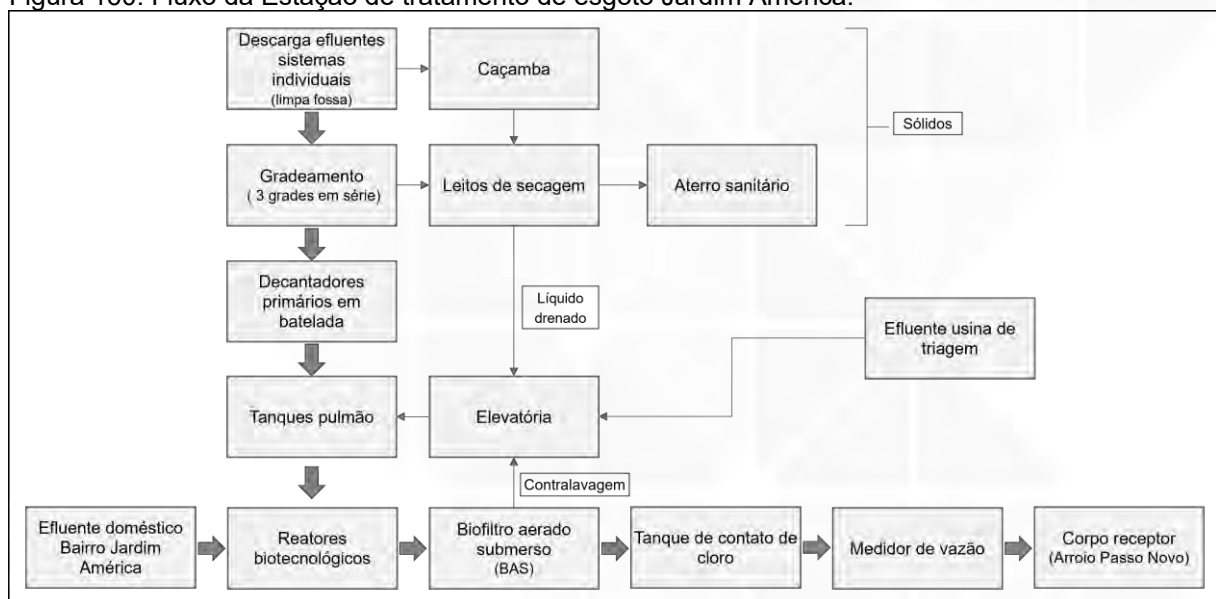
Fonte: Acervo próprio.

A estação de tratamento de esgotos (ETE) Jardim América, localizada no final da Rua Caçador, nas coordenadas UTM 22S: E 509068 e N 7011606 (SIRGAS 2000),

foi originalmente projetada apenas para o tratamento do esgoto sanitário do bairro Jardim América, sendo composta por oito reatores biotecnológicos com meio suporte de bambu, biofiltros aerados submersos com meio suporte de discos de nylon, tanque de contato e destinação final no Arroio Passo Novo.

Em 2015, a ETE foi ampliada, tendo sido construídos novos módulos de tratamento, de modo a possibilitar também o recebimento e tratamento dos efluentes provenientes do serviço de caminhão limpa fossa prestado pela SANEFRAI. O fluxo de operação da ETE é representado na Figura 160.

Figura 160: Fluxo da Estação de tratamento de esgoto Jardim América.



Fonte: Elaboração própria.

O efluente de lodo de fossa séptica é lançado em unidade de gradeamento e depois é submetido ao processo de floccodecantação com auxílio de tanino. Posteriormente, esse efluente é direcionado à segunda etapa do tratamento, juntamente com os esgotos domésticos coletados no bairro Jardim América. As Figura 161 a Figura 164 ilustram as unidades que compõem o módulo para recebimento e tratamento primário dos efluentes do serviço de limpa fossa.

Figura 161: Tratamento preliminar – Entrada efluentes do serviço de limpa fossa – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 162: Tratamento primário – Floccodecantador – efluente do serviço de limpa fossa – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 163: Tanque de equalização – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 164: Tratamento lodo – Leitos de secagem – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Os efluentes da usina de triagem e do tratamento dos resíduos de tanques sépticos são recalcados para os reatores biotecnológicos por meio de uma pequena elevatória (Figura 165).

Figura 165: Elevatória da segunda etapa do tratamento – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Os reatores biotecnológicos são subdivididos em dois grupos paralelos, com quatro tanques cada. O primeiro reator tem regime hidráulico inicial ascendente, seguindo por um descendente, passando para outro ascendente e por fim o último reator descendente (Figura 166). Após passar pelos reatores, o efluente é direcionado aos biofiltros (Figura 167).

Figura 166: Tratamento secundário – Reatores biotecnológicos – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 167: Tratamento secundário – Biofiltros Aerado Submerso (BAS) – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Segundo informações da SANEFRAI, a vazão média de esgoto sanitário do bairro Jardim América é de 2,67 l/s (9,6 m³/h). Em relação à contribuição dos efluentes provenientes do serviço de limpa fossa, esse serviço é realizado por um caminhão com capacidade de 8 m³, que, em 2022, realizava de quatro a seis cargas completas por dia.

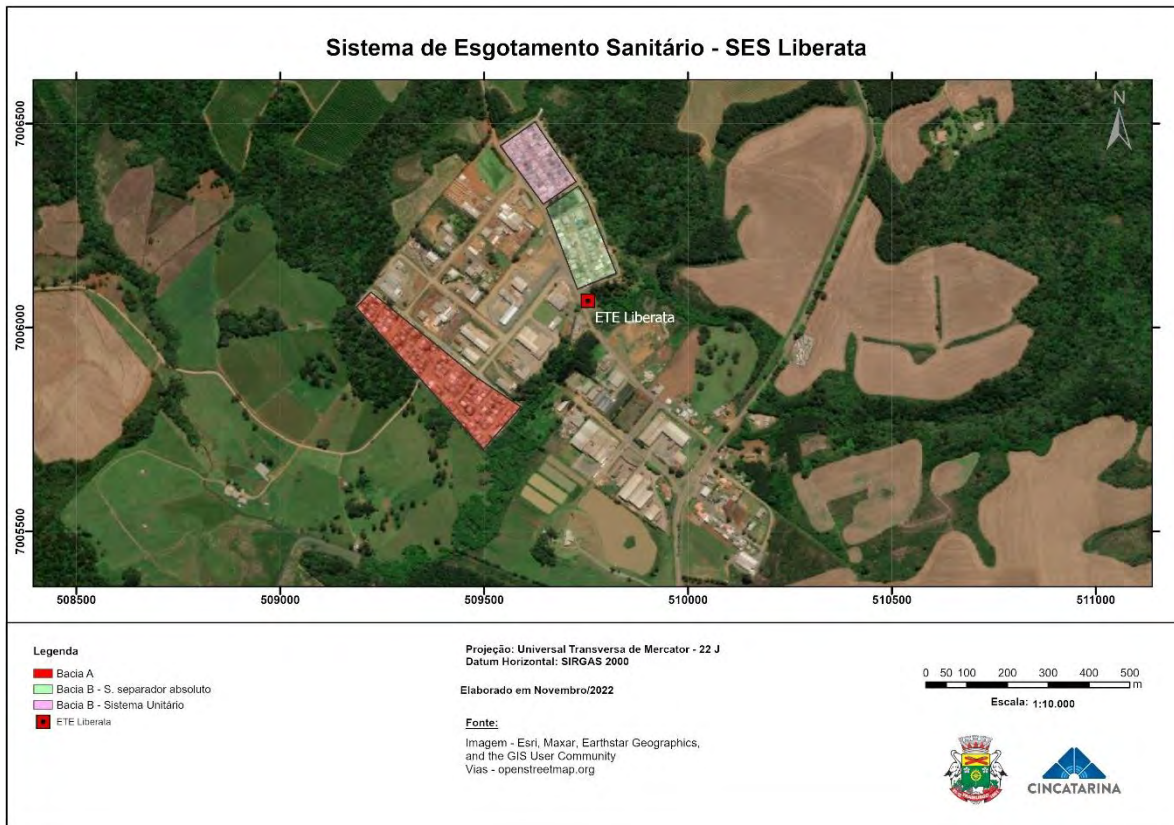
Conforme projeto disponibilizado, a ETE foi dimensionada para tratar até 12 m³/h de efluentes. De acordo com a SANEFRAI, a estação já opera próxima a essa capacidade, estando em avaliação a implantação de novos módulos de tratamento, com o objetivo de garantir a continuidade e a eficiência dos serviços.

Não foram disponibilizados dados recentes sobre a eficiência do sistema.

#### 8.1.2.2. SES Liberata

O sistema de coleta do bairro Liberata, SES Liberata, é subdividido em duas bacias de contribuição, Bacia A e Bacia B, que, em 2022, atendiam 237 economias de esgoto, das quais 95% eram economias residenciais. De acordo com as informações fornecidas, cerca de 89% da população do bairro era atendida por rede coletora e tratamento de esgoto.

Figura 168: Sistema de Esgotamento Sanitário Liberata.



Fonte: Elaboração própria.

A Bacia A possui sistema de coleta do tipo separador absoluto e conta com redes, em PVC, com diâmetro de 150mm. Em função do relevo, há uma estação elevatória de esgoto instalada no final da Rua Guaranis, para o direcionamento dos efluentes coletados até a estação de tratamento.

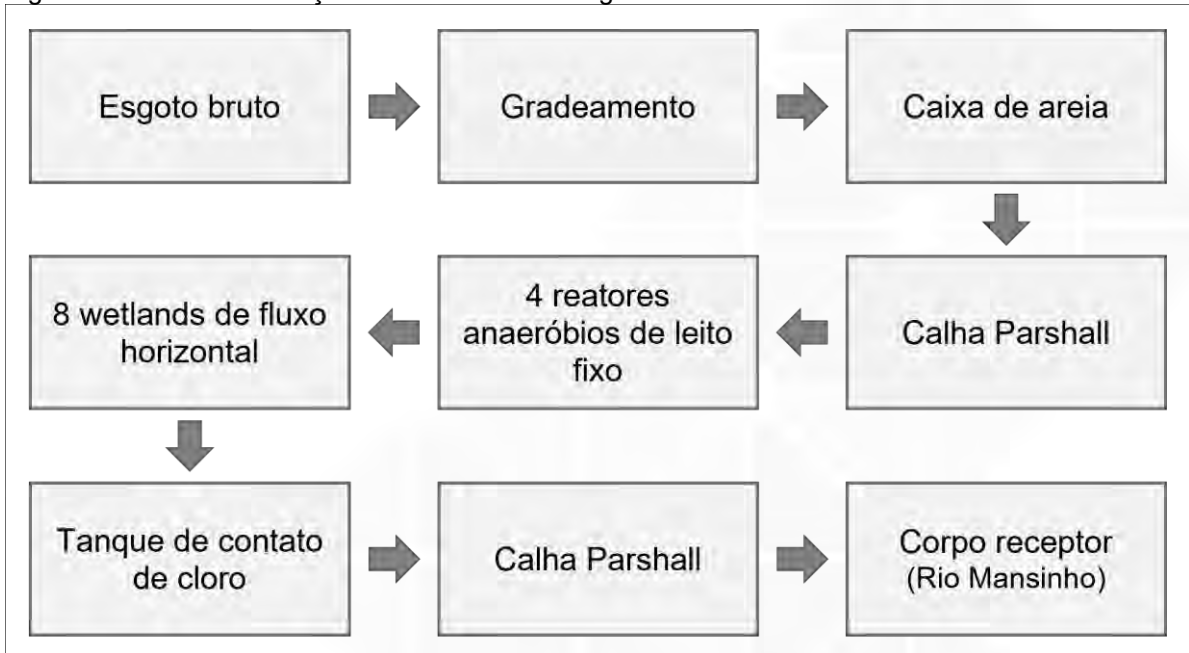
A Bacia B possui dois tipos de redes coletoras. Uma parte do sistema de coleta é do tipo separador absoluto, com redes em PVC e diâmetro de 150 mm, e a outra parte, na área mais elevada da bacia, possui sistema de coleta unitário, no qual os efluentes escoam pela rede que originalmente foi implantada para receber as águas pluviais. Os efluentes da Bacia B são direcionados à ETE por gravidade.

A ETE Liberata está localizada na Rua Dorvalina dos Santos Andrade, nas coordenadas UTM 22S: E 509754 e N 7006065 (SIRGAS 2000), e opera através da licença ambiental de operação (LAO nº 4.891/2022). Este sistema foi projetado para atendimento de uma população final de plano de 1.298 pessoas, tendo sua operação iniciada em novembro de 2017.

Essa estação é composta por unidade de gradeamento, caixa de areia, calha Parshall, quatro reatores anaeróbios de leito fixo e oito wetlands de fluxo horizontal, além de um tanque de contato de cloro para desinfecção (Figura 169). Após o

tratamento, o efluente passa por um medidor de vazão e é lançado no Rio Mansinho. O lodo gerado nos reatores anaeróbios é coletado cerca de duas vezes por mês por meio de caminhão limpa fossa, e encaminhado para os leitos de secagem da ETE Jardim América.

Figura 169: Fluxo da Estação de tratamento de esgoto Liberata.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 170: Estação de tratamento de esgoto Liberata – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 171: Tratamento preliminar – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 172: Reatores anaeróbios de leito fixo – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 173: Sistema de Wetlands de fluxo horizontal – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Em relação à eficiência da estação, a LAO prevê o monitoramento mensal de parâmetros físico-químicos e biológicos do esgoto bruto e do efluente tratado, além do monitoramento anual de toxicidade em um ponto a montante e um ponto a jusante do local de lançamento dos efluentes (Rio Mansinho). Os parâmetros e a periodicidade do programa de monitoramento são apresentados na Tabela 68.

Tabela 68: Programa de monitoramento da eficiência da ETE Liberata.

Parâmetro	Esgoto Bruto	Efluente tratado	Rio Mansinho	
			Montante	Jusante
<b>DBO<sub>5 20</sub></b>	X	X		
<b>pH</b>	X	X		
<b>Sólidos sedimentáveis</b>		X		
<b>Sólidos suspensos</b>		X		
<b>Nitrogênio amoniacal</b>	X	X		
<b>Óleos vegetais e gorduras animais</b>		X		
<b>Coliformes Termotolerantes</b>		X		
<b><i>Daphnia magna</i></b>			X	X
<b><i>Vibrio fischeri</i></b>			X	X

Fonte: Elaboração própria.

A SANEFRAI disponibilizou o relatório de acompanhamento do período de agosto de 2020 até maio de 2021. Nesse período, observou-se que a ETE apresentou eficiência média de remoção de DBO<sub>5</sub> de 83% com concentração média na saída do

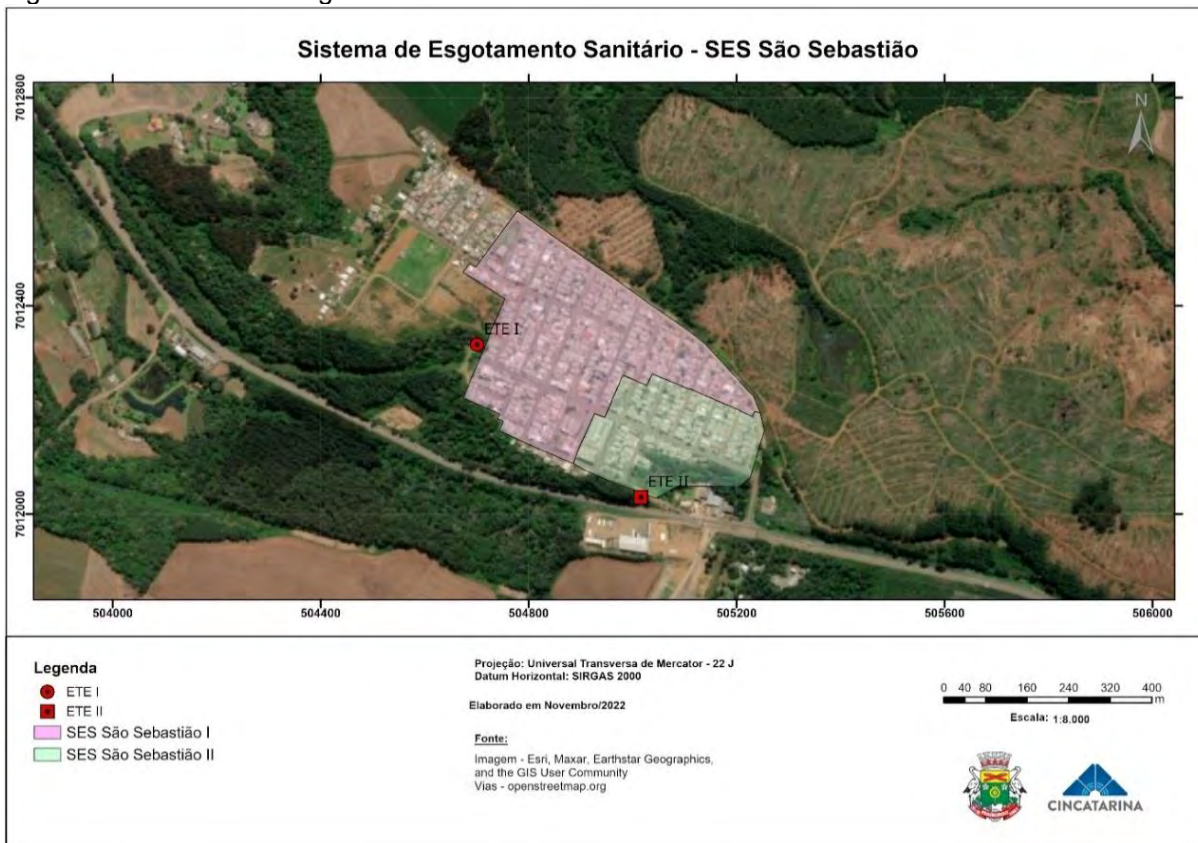
tratamento de  $56,22 \pm 28,26$  mg/L. Duas amostras das dez analisadas estavam fora dos limites estabelecidos pela Lei Estadual nº 14.675/2009, que na época do monitoramento regulamentava o lançamento de efluentes no estado de Santa Catarina. Importante destacar que em três amostras foram observadas concentrações de  $DBO_5$  no esgoto bruto bastante superiores aos valores típicos observados em esgotos sanitários ( $> 1.000$  mg/L), o que pode ser um indício de que a rede coletora está recebendo outros tipos de efluentes. De acordo com Von Sperling (2007), as concentrações médias de  $DBO_5$  do esgoto bruto variam entre 250 e 400 mg/L. Em abril de 2021 a concentração de  $DBO_5$  no esgoto bruto era 1.980 mg/L.

Em relação ao nitrogênio amoniacal, a eficiência de remoção do sistema oscilou significativamente. O efluente tratado apresentou concentração média de 49,95 mg/L. A legislação, no entanto, não prevê padrão de nitrogênio amoniacal para sistemas de tratamento de esgotos sanitários. Os demais parâmetros estavam de acordo com os limites da Lei Estadual nº 14.675/2009.

#### 8.1.2.3. SES São Sebastião

O SES São Sebastião possui sistema de coleta do tipo unitário e atende cerca de 73,7 % da população do bairro através de dois subsistemas: SES São Sebastião I e São Sebastião II. A área de cobertura do sistema é representada através da Figura 174.

Figura 174: Sistema de Esgotamento Sanitário São Sebastião.



Fonte: Elaboração própria.

#### 8.1.2.4. ETE São Sebastião I

A ETE São Sebastião I está localizada nas coordenadas UTM 22S: E 504700 e N 7012325 (SIRGAS 2000) e opera através da licença ambiental de operação (LAO nº 6.039/2022).

O primeiro sistema de tratamento instalado no local foi implantado no ano 2000 e era composto por dois tanques sépticos e dois filtros anaeróbios. Em 2012, devido a diversos problemas operacionais, esse sistema passou por uma reestruturação, tendo sua estrutura física sido convertida em quatro reatores anaeróbios de leito fixo e um filtro anaeróbio.

Como a ETE recebe seus efluentes do sistema de coleta unitário, na reformulação do sistema, realizada em 2012, foi instalado um sistema de *by-pass* na entrada da estação, de modo que durante períodos chuvosos, uma parte da água é desviada diretamente para um curso d'água que passa próximo dessa, evitando assim que a biomassa do sistema seja carregada para fora desse devido a aumentos

expressivos de vazão. Ainda na entrada do sistema, há um tanque de retenção e um cesto metálico para retenção de partículas decantáveis e de sólidos grosseiros.

Figura 175: Tanque de retenção de sólidos sedimentáveis e cesto metálico – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Na sequência, os efluentes são direcionados para os quatro reatores anaeróbios de leito fixo instalados em série, sendo o bambu o meio de suporte utilizado para preenchimento dos reatores. Posteriormente, o efluente é enviado para o filtro anaeróbio com material filtrante composto de carvão ativado, areia, brita e cascas de ostra. Na caixa de inspeção, após o filtro, o efluente passa pelo processo de desinfecção através de pastilhas de cloros. Finalmente o efluente tratado é lançado no curso d'água que passa ao lado da área onde a ETE está instalada.

Figura 176: ETE São Sebastião I – Unidade de tratamento – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A equipe da SANEFRAI efetua a manutenção desse sistema, em média, a cada três meses, quando promove a retirada do lodo excedente, esse material é encaminhado para os leitos de secagem da ETE Jardim América.

Em relação à eficiência da estação, a LAO prevê o monitoramento mensal e trimestral de parâmetros físico-químicos e biológicos do efluente tratado, além de monitoramento do curso d'água que recebe os efluentes, com frequência anual. Os parâmetros e a periodicidade do programa de monitoramento são apresentados na Tabela 69.

Tabela 69: Programa de monitoramento da eficiência da ETE São Sebastião I.

Parâmetro	Efluente tratado	Corpo receptor Montante e jusante
<b>Mensal</b>	DBO <sub>5,20</sub> , DQO, Sólidos Sedimentáveis, pH, Óleos e Graxas Totais e <i>Escherichia coli</i>	-
<b>Trimestral</b>	Nitrogênio total, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total	-
<b>Anual</b>	-	Cor verdadeira, turbidez, DBO, oxigênio dissolvido, clorofila a, densidade de cianobactérias e fósforo total.

Fonte: Elaboração própria.

A SANEFRAI disponibilizou o relatório de acompanhamento do período de setembro de 2019 até agosto de 2020. Nesse período, observou-se que a ETE operou com eficiência média de remoção de DBO<sub>5</sub> de 76%, apresentando concentração média na saída do tratamento de 47,61 ± 25,40 mg/L. Três amostras das 12 analisadas estavam fora dos limites estabelecidos pela Lei Estadual nº 14.675/2009, que na época do monitoramento regulamentava o lançamento de efluentes no estado de Santa Catarina. Observa-se que a menores eficiências do sistema ocorreram justamente quando o esgoto bruto apresentou suas menores concentrações de DBO<sub>5</sub> (<150 mg/L).

Foram observadas outras desconformidades pontuais no parâmetro sólidos sedimentáveis, em duas amostras, e nos parâmetros óleos e graxas, em um uma amostra.

#### 8.1.2.5. ETE São Sebastião II

A ETE São Sebastião II está localizada no início da Rua Edgar Brandt, nas coordenadas UTM 22S: E 505016 e N 7012032 (SIRGAS 2000), e opera através da Certidão de Conformidade Ambiental nº 610211/2022.

Da mesma forma que na ETE São Sebastião I, até 2012 o sistema de tratamento instalado no local era composto por dois tanques sépticos e dois filtros anaeróbios. Em 2012, após reformulações no sistema, essas unidades foram convertidas em quatro reatores anaeróbios de leito fixo e um filtro anaeróbio.

Essa estação também conta com sistema de *by-pass* na sua entrada para desviar os volumes excedentes durante dias chuvosos e com tanque de retenção dotado de cesto metálico para retenção de partículas decantáveis e de sólidos grosseiros (Figura 177).

Figura 177: Tanque de retenção de sólidos sedimentáveis e cesto metálico – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Na sequência, os efluentes são direcionados para os reatores anaeróbios de leito fixo, que também utilizam bambu como meio de suporte, e depois para o filtro anaeróbio. O efluente tratado é lançado em canal de drenagem, sem passar por processo de desinfecção. Segundo informações da SANEFRAI, está sendo avaliada uma forma de instalar uma unidade de desinfecção na saída do sistema.

Figura 178: ETE São Sebastião II - Reatores anaeróbios e filtro anaeróbio – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 179: Poço de visita - saída do tratamento – 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A equipe da SANEFRAI realiza a manutenção desse sistema, em média, a cada seis meses, quando promove a retirada do lodo excedente.

A SANEFRAI disponibilizou o relatório de acompanhamento do período de setembro de 2019 até agosto de 2020. Nesse período, observou-se que a ETE operou com baixa eficiência de remoção de DBO<sub>5</sub>, apresentando concentração média na

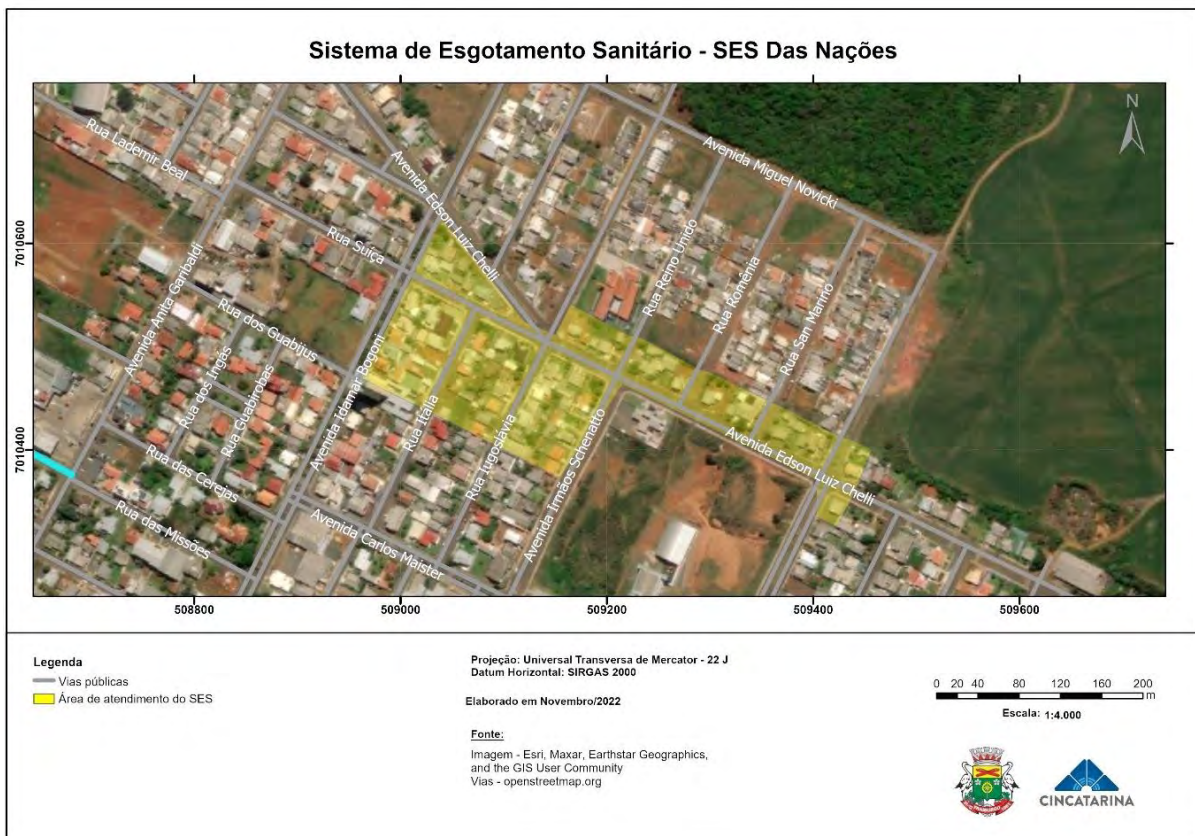
saída do tratamento de  $106,83 \pm 57,79$  mg/L. Nove amostras das 12 analisadas estavam fora dos limites estabelecidos pela Lei Estadual nº 14.675/2009, que na época do monitoramento regulamentava o lançamento de efluentes no estado de Santa Catarina. Os problemas no tratamento podem estar relacionados as baixas concentrações de DBO<sub>5</sub> observadas no esgoto bruto, já que baixas cargas orgânicas podem reduzir a eficiência de sistemas de tratamento biológico.

Os demais parâmetros estavam de acordo com os limites da Lei Estadual nº 14.675/2009, vigente à época.

### 8.1.2.6. SES Bairro Das Nações

O bairro Das Nações conta com um sistema de esgotamento sanitário alternativo que atende 57 lotes com rede coletora e tratamento de esgoto. A área de atendimento desse serviço é representada através da Figura 180. O sistema de tratamento é composto por gradeamento, caixa de gordura, tanque séptico e filtro anaeróbio, posteriormente ao tratamento o efluente escoo por canal de drenagem.

Figura 180: Sistema de Esgotamento Sanitário - SES Das Nações.



Fonte: Elaboração própria.

A SANEFRAI realiza a remoção do lodo gerado no tratamento, no entanto, não há um programa de monitoramento da qualidade dos efluentes tratados nessa unidade, não sendo possível avaliar a eficiência desse sistema. A SANEFRAI não realiza a cobrança pelo serviço de coleta e tratamento dos lotes atendidos por esse sistema. Essa unidade não foi visitada durante a etapa de diagnóstico.

8.1.2.7. SES Solar das Hortênsias

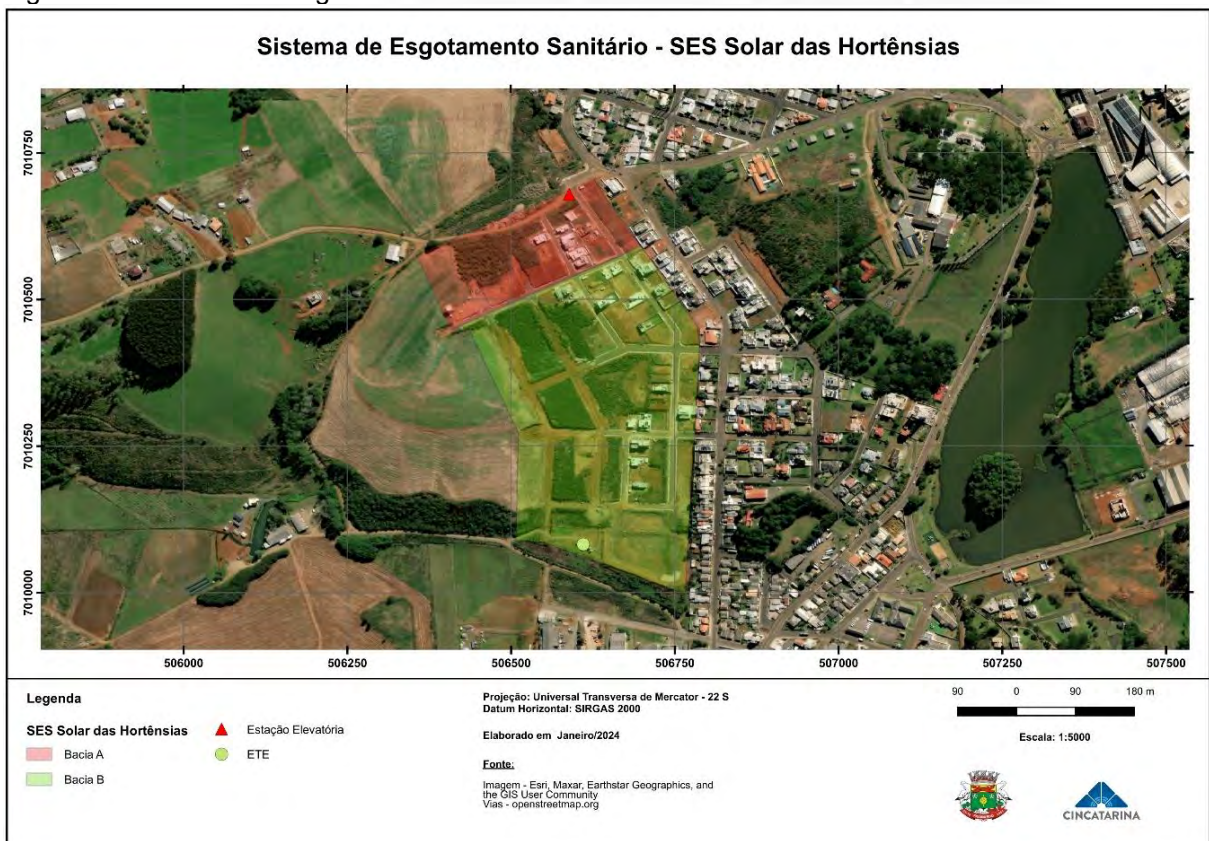
O sistema de esgotamento sanitário, instalado no Loteamento Solar das Hortênsias, no bairro Jardim das Hortênsias, é subdividido em duas bacias de contribuições, bacia A e bacia B (Figura 181). O Projeto prevê o atendimento de 211 lotes, conforme Tabela 70.

Tabela 70: Dados de projeto - SES Solar das Hortênsias.

	Bacia A	Bacia B	Total
<b>Número de Lotes</b>	39	172	211
<b>População de saturação (hab)</b>	195	1.047	1.242
<b>Extensão das redes (km)</b>	0,552	2,405	2.957

Fonte: SANEFRAI (2024).

Figura 181: Sistema de esgotamento sanitário SES Solar das Hortênsias.



Fonte: Elaboração própria.

Para o direcionamento dos efluentes da Bacia A até a Bacia B, há uma estação elevatória (Figura 182). A Estação de Tratamento de Efluentes – ETE é composta por gradeamento, calha parshall, tanque de equalização, biorreator aerado (reator anóxico, reator aeróbio e decantador secundário), caixa de cloração e adensador de lodo. A ETE de acordo com o catálogo do fornecedor é capaz de atender até 1.760 pessoas, considerando uma contribuição per capita de 120 l de esgoto/pessoa.dia.

Figura 182: Estação elevatória - SES Solar das Hortênsias – em 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 183: Sistema preliminar - ETE Solar das Hortênsias – em 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 184: Sistema de lodos ativados convencional – 07/2024.



Fonte: Acervo próprio.

#### 8.1.2.8. Bairro Macieira

O sistema de esgotamento sanitário do bairro Macieira está em fase de implantação, as obras iniciaram ainda no ano de 2018, quando foram implantados alguns trechos de redes coletoras em ruas que seriam pavimentadas. Em 2024, todas as ruas já estavam dotadas de redes coletoras secas. A previsão é de que as obras de implantação da estação de tratamento de esgoto sejam finalizadas no primeiro semestre de 2025.

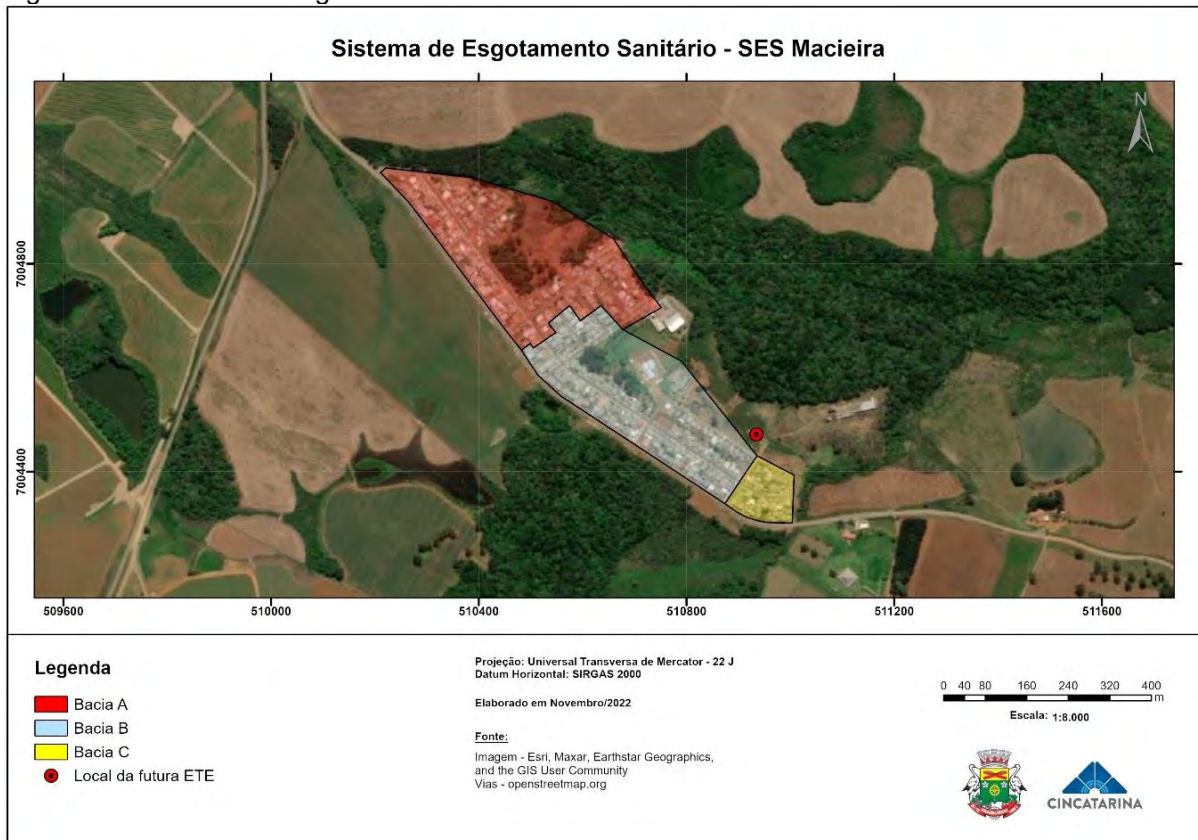
O Projeto prevê o atendimento de 329 lotes, segregados em três bacias de contribuição, conforme Tabela 71 e Figura 185.

Tabela 71: Dados de projeto - SES Macieira.

	Bacia A	Bacia B	Bacia C	Total
<b>Número de Lotes</b>	161	138	30	329
<b>População de início de plano (hab)</b>	805	690	150	1.645
<b>População de fim de plano (hab) (2036)</b>	890	763	166	1.819

Fonte: SANEFRAI (2020).

Figura 185: Sistema de esgotamento sanitário Macieira.



Fonte: Elaboração própria.

Ainda de acordo com o projeto, o sistema de coleta possui 4,8 quilômetros de redes coletoras, duas linhas de recalque que totalizam cerca de 410 metros, duas estações elevatórias de esgoto e 329 caixas de inspeção. A Estação de Tratamento de Efluentes – ETE será composta por gradeamento, calha parshall, reatores anaeróbios de leito fixo, biofiltro aerado submerso, filtros anaeróbios e tanque de contato de cloro. A vazão média de tratamento de final de plano será de 11 m³/h.

#### 8.1.2.9. Sistemas individuais de tratamento

Dados do Censo Demográfico de 2022 indicam que, naquele ano, 25,68% dos domicílios informaram destinar seus efluentes para rede coletora de esgoto ou drenagem pluvial, 62,59% adotavam fossas sépticas para tratamento dos seus efluentes ligadas ou não à rede, 9,85% se utilizavam de fossas rudimentares, que são sistemas sem comprovação de eficiência, e outros 1,88% adotavam outras formas de tratamento e disposição do esgoto, como: lançamento em cursos d’água, valas etc. (IBGE, 2024).

A Tabela 72 apresenta as formas de esgotamento sanitário adotadas pelos domicílios do município conforme situação, urbana ou rural, no ano de 2022.

Tabela 72: Técnicas de esgotamento sanitário utilizada pelos domicílios do município de Fraiburgo em 2022.

	Domicílios urbanos (%)	Domicílios rurais (%)
<b>Rede geral de esgoto ou pluvial</b>	29,11	0,00
<b>Fossa séptica</b>	63,17	58,21
<b>Fossa rudimentar</b>	5,88	39,64
<b>Outros</b>	1,84	2,15
<b>Total</b>	100,00	100,00

Fonte: IBGE (2024).

A partir dos dados apresentados, observa-se que uma parcela significativa dos domicílios urbanos encaminhava seus efluentes diretamente para a rede de drenagem pluvial. Isso se confirma pelo fato de que o percentual de domicílios que informaram lançar os seus efluentes na rede geral ou pluvial supera a cobertura de atendimento do SES, que é de aproximadamente 12,74%.

Em 2016, em função de uma ação civil pública, a Vigilância Sanitária realizou um levantamento para verificar a existência de sistemas individuais nas edificações do bairro Das Nações. Neste levantamento, foram geradas 848 notificações para que os proprietários comprovassem que tratavam adequadamente os seus efluentes ou que apresentassem projeto e implantassem sistema individual. Após as regularizações realizadas, estima-se que cerca de 98% dos domicílios do bairro possuam sistema de tratamento de efluentes em conformidade com a legislação municipal. Não foi realizado levantamento nos outros bairros não atendidos por sistemas coletivos.

O Código de Edificações de Fraiburgo, instituído pela Lei Complementar nº 322/2024, prevê a implantação de estações de tratamento de esgoto nas macrozonas do município.

No entanto, para as edificações ainda não atendidas por estação de tratamento de esgoto, a Lei Complementar nº 322/2024 estabelece a obrigatoriedade de implantação de “tanque séptico e unidades de tratamento complementar, de acordo com as características do terreno em que o sistema será executado”. A Lei ainda prevê a realização de testes de percolação quando a capacidade de absorção do solo for desconhecida.

O Código de Edificações condiciona a concessão do Alvará de Habite-se Sanitário a comprovação de que o sistema de tratamento de efluentes foi instalado de acordo com o projeto aprovado, e prevê a realização de vistoria antes de o sistema ser lacrado.

A Lei não prevê para as novas edificações a necessidade de instalação de caixa de gordura na tubulação entre cozinha/refeitório e o tanque séptico. Entretanto, em processo de regularização de obra, o art. 248 estabelece que deverá ser apresentado projeto hidrossanitário com a “identificação de caixa de gordura, fossa, filtro e sumidouro...”. Conforme destaca Torri (2015), a instalação de caixas de gordura é importante, uma vez que as gorduras dificultam a digestão da matéria orgânica, além disso, elas podem passar do tanque séptico para os sumidouros e facilmente colmatar o solo.

Outro ponto a se destacar é que a Lei, apesar de exigir a implantação dos sistemas individuais, não explicita a obrigatoriedade da manutenção dos sistemas implantados. Não existe mecanismo de fiscalização ou de monitoramento para verificar se estes recebem manutenção apropriada e, portanto, operam adequadamente.

Considerando que, apesar de a SANEFRAI disponibilizar o serviço de “limpeza de fossa”, a remoção do lodo ocorre apenas a pedido dos moradores, pode-se inferir que grande parte dos sistemas individuais do município pode estar operando com baixa eficiência, com o tanque séptico funcionando como uma simples caixa de passagem, produzindo efluentes de má qualidade, que contaminam e degradam o meio ambiente e trazem reflexos negativos na saúde pública da população.

Na pesquisa online, realizada entre agosto de 2020 e julho de 2022, cerca de 75% dos participantes que indicaram a utilização de fossas sépticas afirmaram realizar a limpeza regular de suas fossas, a outra parcela apontou desconhecimento da necessidade de limpeza ou mesmo dificuldades para solicitação desse serviço.

### **8.1.3. Quadro de pessoal, manutenção e controle operacional**

Em 2022, a SANEFRAI contava com 14 servidores públicos atuando nos serviços de esgotamento sanitário, conforme apresentado na Tabela 73. Destaca-se que alguns desses servidores, principalmente os alocados em atividades de gestão, também atuam em outros serviços da autarquia.

Tabela 73: Servidores atuando no SES.

Cargo	Número de funcionários Dez/2022
Operador de ETE	1
Motorista	1
Agente Operacional	5
Chefe de Setor	1
Engenheiro Sanitarista e Ambiental	1
Gestor Público Municipal	1
Agente de Serviços Gerais	1
Diretor Administrativo	1
Assistente Administrativo	1
Presidente	1

Fonte: SANEFRAI (2022).

#### 8.1.4. Política Tarifária e Regulação

A fiscalização dos serviços de saneamento é realizada, desde 2010, pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento – ARIS, conforme Lei Municipal nº 2.052, de 30 de março de 2010, que autorizou o ingresso do município neste Consórcio.

A tarifa dos serviços de esgotamento sanitário e a forma de cobrança é definida através de duas leis municipais: a Lei Complementar nº 53/2003, que dispõe a respeito do sistema tributário municipal e as normas gerais de direito tributário aplicáveis ao município; e a Lei Ordinária nº 2.086/2010, que regulamenta a prestação dos serviços pela Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo – SANEFRAI e dá outras providências.

A Lei Complementar nº 53/2003 prevê, no capítulo XVII do título IV, que a definição do Preço Público de Serviço de Coleta e de Tratamento de Esgotos – PPSCE se dará através de cálculo que considere os custos totais para a prestação do serviço de coleta e de tratamento de esgotos e o somatório total das unidades imobiliárias atendidas pelo serviço. Dessa forma, anualmente, a SANEFRAI necessita realizar um estudo para definição de nova tarifa. A Lei Complementar nº 53/2003 ainda prevê a cobrança por esse serviço em cota única, junto ao IPTU.

Na Lei Ordinária nº 2.086/2010, que também versa sobre as tarifas de prestação dos serviços de saneamento básico, há a previsão de que como não há medição para o volume de efluentes produzido por cada economia, esse volume será

estimado como sendo 80% do volume de água micromedido, e que a fatura de cobrança será emitida mensalmente junto com a tarifa de água.

O modelo tarifário atualmente adotado e aprovado pela ARIS considera um custo fixo por metro cúbico de efluente tratado. A Tabela 74 apresenta as tarifas vigentes durante os anos de 2020 e 2024.

Tabela 74: Tarifas de esgoto vigentes em 2020 e 2024.

Ano	Valores tarifários (R\$/ m³)
2020	1,89
2021	2,00
2022	2,20
2023	2,33
2024	2,41

Fonte: SANEFRAI (2024).

### 8.1.5. Custos x receitas

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece que os serviços públicos de saneamento básico devem ser prestados em regime de sustentabilidade, ou seja, com taxas que cubram os custos operacionais e garantam os investimentos para a prestação dos serviços de forma adequada.

Na Tabela 75, são apresentados os recursos financeiros utilizados pela SANEFRAI para manter ou melhorar a prestação dos serviços de esgotamento sanitário nos anos de 2020 e 2021.

Tabela 75: Relatório de custos, despesas e investimentos do SAA em 2020 e 2021.

Tipo	2020	2021
<b>Custos e despesas anuais com salários, encargos e benefícios.</b>	238.597,43	271.853,03
<b>Custo anual de energia elétrica</b>	36.301,10	43.644,45
<b>Custo anual com produtos químicos operação</b>	83.060,00	54.980,00
<b>Custo anual com materiais de manutenção</b>	184.876,11	59.286,45
<b>Custo anual com veículos, combustíveis e lubrificantes</b>	36.125,26	27.599,25
<b>Outros custos e despesas de exploração</b>	156.458,75	188.602,04
<b>Investimentos</b>	70.946,77	5.796,68
<b>Total (R\$)</b>	806.365,42	651.761,90

Fonte: SANEFRAI (2022).

Na Tabela 76, são apresentados os dados de faturamento, arrecadação, e custos, despesas e investimentos fornecidos pela SANEFRAI para os anos de 2020 e 2021.

Tabela 76: Fluxo de Caixa SES em 2020 e 2021.

Ano	Custos, despesas e investimentos (R\$)	Arrecadação <sup>10</sup> (R\$)	Saldo (R\$)
<b>2020</b>	806.365,42	359.284,75	-447.080,67
<b>2021</b>	651.761,90	379.492,05	-272.269,85

Fonte: SANEFRAI (2022).

Como pode se observar, os dados fornecidos indicam que os valores arrecadados não foram suficientes para cobrir os custos, despesas e investimentos nos anos de 2020 e 2021, tendo sido necessária a complementação de receita a partir do serviço de abastecimento de água. Conforme relatório apresentado pela SANEFRAI, um estudo realizado em relação ao ano de 2021, apontou um custo 3,50 reais por m<sup>3</sup> de efluente tratado. No entanto, conforme apresentado no item 8.1.4, a tarifa definida em 2021 corresponde a menos de 60% do valor calculado.

É importante que a metodologia de cálculo da tarifa seja reavaliada, para que a sustentabilidade financeira desse serviço seja garantida. Principalmente, por considerar que nos próximos anos, inúmeros investimentos precisarão ser realizados para o cumprimento das metas do Marco Legal do Saneamento.

## 8.2. AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DA REVISÃO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2012

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Fraiburgo do ano de 2012 faz a apresentação das “Metas Para o Sistema de Esgotamento Sanitário”, sendo relacionadas abaixo cada meta e atribuído um comentário sobre as atitudes tomadas pelos responsáveis até o momento.

### 1. Universalização da Cobertura dos Serviços de Esgoto, atingindo uma cobertura de 70% até 2022.

<sup>10</sup> Dados considerando apenas a arrecadação direta pelos serviços de esgotamento sanitário e pelo serviço de caminhão limpa fossa, não foram consideradas as receitas indiretas provenientes da prestação de outros serviços, multas etc.

Comentários: Meta não atendida. Apesar de terem sido implantados novos sistemas de esgotamento sanitário no município após 2012, a cobertura de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário em 2022 era de cerca de 12,74%.

## 2. Eficiência do tratamento de esgoto.

Comentários: Meta não atendida. A meta de controle da eficiência previa a implantação de sistema de controle de qualidade dos efluentes, cuja mensuração da eficiência se daria através do Índice de Qualidade do Efluente (IQE). Esse tipo de controle não foi implementado. Destaca-se que a SANEFRAI realiza o monitoramento dos sistemas de esgotamento sanitário em conformidade com a frequência definida nas licenças de cada sistema, ainda assim, observou-se, através das informações fornecidas, que alguns sistemas estão com a sua eficiência comprometida.

### 8.3. PROGNÓSTICO

#### 8.3.1. ÁREA URBANA

A ampliação dos sistemas de esgotamento sanitário urbanos de Fraiburgo é imprescindível tanto por questões ambientais e de saúde pública quanto para o atendimento da meta legal definida pela Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelece o atendimento de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até o ano de 2033.

Para a ampliação do atendimento através de sistemas coletivos de esgotamento sanitário na área urbana, propõe-se um cenário no qual essa implantação ocorra de forma gradual, substituindo os sistemas individuais, e garantindo que, até dezembro de 2033, 90% da população seja contemplada com coleta e tratamento de esgotos, conforme meta definida na Lei Federal nº 11.445/2007. A partir de 2033, adotou-se um ritmo mais lento, já que os primeiros anos exigirão grandes investimentos, alcançando no final do período de planejamento uma cobertura efetiva de 95% através de rede coletora e tratamento de esgoto centralizado.

O índice de cobertura com base nesse cenário é apresentado na Tabela 77. Na evolução apresentada, considerou-se que em 2026 o sistema de esgotamento sanitário do bairro Macieira já estará em operação. A partir de 2027, iniciará a

expansão dos sistemas para atendimento das áreas ainda não atendidas. Em função das características de ocupação do perímetro urbano de Fraiburgo, o atendimento de algumas áreas pouca adensadas deverá ser alcançado através de soluções individuais ou descentralizadas.

Tabela 77: Evolução do Índice de Atendimento dos SES Urbanos.

Ano	Índice de Cobertura dos SES (%)	População Atendida pelos SES (hab)
2025	12,74	3.757
2026	15,16	4.473
2027	23,00	6.785
2028	27,00	7.965
2029	33,00	9.735
2030	47,00	13.865
2031	62,00	18.290
2032	77,00	22.715
2033	90,00	26.550
2034	90,45	26.684
2035	90,91	26.818
2036	91,36	26.952
2037	91,82	27.086
2038	92,27	27.220
2039	92,73	27.355
2040	93,18	27.489
2041	93,64	27.623
2042	94,09	27.757
2043	94,55	27.891
2044	95,00	28.025

Fonte: Elaboração própria.

A projeção de ligações e economias considerando a evolução do atendimento através dos sistemas de esgotamento sanitário urbanos é apresentada na Tabela 78.

Tabela 78: Projeção de ligações e economias dos SES urbanos.

Ano	Residencial social		Residencial		Comercial		Pública		Industrial		Total de Ligações	Total de Economias
	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.		
2025	6	6	1.242	1.327	42	46	15	15	2	2	1.307	1.396
2026	8	8	1.548	1.632	51	57	19	19	2	2	1.627	1.718
2027	11	11	2.263	2.449	83	93	29	29	3	3	2.389	2.585
2028	13	13	2.654	2.891	106	119	34	35	4	4	2.811	3.062
2029	16	16	3.241	3.553	140	158	43	44	4	4	3.445	3.776
2030	24	24	4.612	5.088	214	244	62	64	6	6	4.919	5.425

Ano	Residencial social		Residencial		Comercial		Pública		Industrial		Total de Ligações	Total de Economias
	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.	Lig.	Econ.		
2031	31	31	6.081	6.750	302	345	83	86	9	9	6.506	7.221
2032	39	39	7.547	8.430	399	459	105	110	11	11	8.101	9.049
2033	46	46	8.817	9.909	494	572	126	131	13	13	9.495	10.672
2034	46	46	8.858	10.016	524	612	128	135	13	13	9.570	10.822
2035	47	47	8.899	10.125	555	652	131	139	13	13	9.646	10.975
2036	47	47	8.941	10.234	586	692	135	143	13	13	9.722	11.130
2037	48	48	8.984	10.345	618	734	138	147	13	13	9.800	11.287
2038	49	49	9.027	10.457	649	777	141	151	13	13	9.878	11.447
2039	49	49	9.070	10.571	681	820	144	155	13	13	9.958	11.608
2040	50	50	9.115	10.685	714	864	147	160	14	14	10.039	11.772
2041	50	50	9.160	10.801	746	909	150	164	14	14	10.120	11.938
2042	51	51	9.205	10.919	779	955	153	169	14	14	10.203	12.107
2043	51	51	9.252	11.038	813	1.002	157	173	14	14	10.286	12.278
2044	52	52	9.299	11.158	846	1.050	160	178	14	14	10.371	12.451

Fonte: Elaboração própria.

O índice médio de metros de rede necessária para atender a uma ligação nos sistemas de esgotamento sanitário atualmente implantados é de aproximadamente 15,5 m por ligação. Em razão da ausência de um estudo de concepção ou projeto básico para estimar a evolução da extensão total das redes coletoras de esgoto nos sistemas urbanos de Fraiburgo, foi considerado que esse índice médio aumentará gradualmente, alcançando, ao final do período de planejamento, 16 m por ligação. Destaca-se, no entanto, que esses valores são apenas uma estimativa, já que diferente dos sistemas de distribuição de águas onde o transporte da água ocorre através de condutos forçados, o transporte de esgoto, em geral, ocorre através de condutos livres, assim o traçado dessas redes nem sempre acompanha o traçado das redes de distribuição de água.

A Tabela 79 apresenta a evolução das redes coletoras de esgotos considerando todos os sistemas urbanos do município.

Tabela 79: Evolução da extensão de redes coletoras – SES urbanos.

Ano	Extensão total da rede coletora (m)	Ano	Extensão total da rede coletora (m)
<b>2025</b>	23.567	<b>2035</b>	151.800
<b>2026</b>	28.397	<b>2036</b>	153.290

Ano	Extensão total da rede coletora (m)	Ano	Extensão total da rede coletora (m)
<b>2027</b>	37.039	<b>2037</b>	154.799
<b>2028</b>	43.669	<b>2038</b>	156.328
<b>2029</b>	53.608	<b>2039</b>	157.877
<b>2030</b>	76.691	<b>2040</b>	159.446
<b>2031</b>	101.624	<b>2041</b>	161.036
<b>2032</b>	126.786	<b>2042</b>	162.647
<b>2033</b>	148.877	<b>2043</b>	164.280
<b>2034</b>	150.329	<b>2044</b>	165.935

Fonte: Elaboração própria.

Considerando a evolução do índice de tratamento e a extensão das redes coletoras, foram estimados os volumes de efluentes coletados que deverão ser tratados em estações de tratamento de esgoto (ETE), Tabela 80.

Tabela 80: Volume de efluentes a ser tratado em ETES dos SES Urbanos.

Ano	Geração diária de esgoto da população (m <sup>3</sup> ) <sup>11</sup>	Volume de infiltrações <sup>12</sup>	Vazão média a ser tratada (l/s)	Vazão a ser tratada no dia de maior consumo de água <sup>13</sup> (l/s)
<b>2025</b>	175.538	74.321	249.859	7,92
<b>2026</b>	208.989	89.553	298.542	9,47
<b>2027</b>	316.995	116.805	433.800	13,76
<b>2028</b>	372.125	137.715	509.839	16,17
<b>2029</b>	454.819	169.059	623.878	19,78
<b>2030</b>	647.773	241.853	889.626	28,21
<b>2031</b>	854.509	320.480	1.174.989	37,26
<b>2032</b>	1.061.245	399.834	1.461.078	46,33
<b>2033</b>	1.240.416	469.499	1.709.915	54,22
<b>2034</b>	1.246.681	474.078	1.720.758	54,56
<b>2035</b>	1.252.945	478.716	1.731.661	54,91
<b>2036</b>	1.259.210	483.414	1.742.624	55,26
<b>2037</b>	1.265.475	488.173	1.753.648	55,61
<b>2038</b>	1.271.740	492.995	1.764.735	55,96
<b>2039</b>	1.278.004	497.880	1.775.884	56,31

<sup>11</sup> Volume de efluentes produzido pela população atendida, considerando o consumo de água per capita micromedido médio de 160 l/s observado no SAA e um coeficiente de retorno (C) de 0,80.

<sup>12</sup> Utilizada como referência a taxa de contribuição de infiltração do projeto executivo SES Macieira de 0,1 l/s.km.

<sup>13</sup> Considerando 24 horas de operação.

Ano	Geração diária de esgoto da população (m <sup>3</sup> ) <sup>11</sup>	Volume de infiltrações <sup>12</sup>	Vazão média a ser tratada (l/s)	Vazão a ser tratada no dia de maior consumo de água <sup>13</sup> (l/s)
<b>2040</b>	1.284.269	502.829	1.787.098	56,67
<b>2041</b>	1.290.534	507.843	1.798.377	57,03
<b>2042</b>	1.296.799	512.925	1.809.723	57,39
<b>2043</b>	1.303.063	518.074	1.821.137	57,75
<b>2044</b>	1.309.328	523.292	1.832.620	58,11

Fonte: Elaboração própria.

É importante que a expansão dos sistemas de esgotamento sanitário urbanos seja orientada por um estudo de concepção prévio e por um projeto básico. Deverão ser estabelecidas diretrizes para que os novos parcelamentos de solo já sejam aprovados considerando o projeto básico de esgotamento sanitário da área urbana, exigindo que os novos empreendimentos implantem as infraestruturas de esgotamento sanitário, incluindo ou não sistemas de tratamento próprios, já considerando a possibilidade de interligação destas com os sistemas coletivos.

Recomenda-se a revisão da legislação municipal que regula a implantação de infraestruturas de esgotamento sanitário nos novos parcelamentos de solo e nas edificações, para compatibilizá-la com as novas diretrizes.

Nas áreas ainda não atendidas por sistemas coletivos de esgotamento sanitário, deverão ser adotados sistemas individuais ou descentralizados, com fiscalização contínua desses sistemas. A implantação de sistemas individuais de tratamento deve ser incentivada em toda a área urbana, até que os sistemas coletivos de esgotamento sanitário estejam plenamente implantados e em operação.

O município deverá elaborar um cadastro de todas as edificações localizadas em áreas menos adensadas, com baixa probabilidade de serem atendidas por sistemas coletivos, conforme as conclusões do estudo de concepção. O cadastro deverá incluir características estruturais, tipo de tratamento adotado e frequência de limpeza das unidades.

Caso seja necessário, o município deverá buscar recursos junto a programas do governo estadual e federal para auxiliar a população que se encontra em situação de vulnerabilidade financeira a realizar as regularizações necessárias.

É recomendável a continuidade da prestação do serviço de “limpa fossa” para atendimento das edificações ainda não interligadas aos sistemas coletivos de coleta e tratamento de esgoto.

### 8.3.2. ÁREA RURAL

Na área rural, a baixa densidade populacional dificulta a implantação de sistemas de esgotamento sanitário compostos por redes coletoras e tratamento centralizado de esgoto, uma vez que os custos envolvidos se tornam bastante elevados.

O parágrafo 4º do art 11-B da Lei Federal nº 11.445/2007 prevê que em áreas rurais, remotas ou em núcleos urbanos informais consolidados, o prestador poderá utilizar métodos alternativos e descentralizados para os serviços de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto.

Assim, com o intuito de garantir a economicidade da prestação dos serviços públicos de saneamento básico, a universalização do esgotamento sanitário adequado na área rural do município deverá se dar através do fomento de sistemas individuais ou descentralizados.

Conforme apresentado no item 8.1.2.9, em 2022, 58,21% dos domicílios rurais possuíam soluções consideradas tecnicamente adequadas. No entanto, os dados coletados no Censo 2022 não permitem a identificação dos domicílios que supostamente não possuem soluções individuais adequadas.

Portanto, primeiramente, faz-se necessária a realização de um cadastro das soluções individuais adotadas por cada propriedade, levantando o número de sistemas que precisarão ser adequados ou implantados. Recomenda-se que esse levantamento ocorra simultaneamente ao planejado no Produto 02 desta revisão, que visa identificar as soluções de abastecimento de água na área rural.

Em parceria com órgãos de referência como FUNASA (responsável pela coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural), EMBRAPA e EPAGRI, a municipalidade deverá buscar alternativas para auxiliar a população rural na adequação ou implantação de sistemas individuais tecnicamente adequados, que tenham operação e manutenção simplificada. É importante que exista pelo menos um profissional qualificado no município que esteja disponível para orientar a população quanto à implantação e operação dos sistemas individuais de tratamento de esgoto.

Para viabilizar a implantação dos sistemas individuais na área rural, sobretudo para contemplar as pessoas que se encontram em situação de vulnerabilidade

financeira, recomenda-se que o município busque recursos junto a programas do governo estadual e federal.

Além disso, a população rural também deverá ser alvo de campanhas contínuas de educação ambiental e sanitária, que destaquem a importância do tratamento dos efluentes gerados e da manutenção dos sistemas individuais, evidenciando os benefícios desses para saúde e para o meio ambiente.

A Tabela 81 apresenta a previsão da evolução do atendimento na área rural por soluções individuais tecnicamente adequadas, considerando a melhoria de sistemas existentes ou a implantação de novos sistemas.

Tabela 81: Evolução do atendimento na área rural através de soluções individuais tecnicamente adequadas.

Ano	Cobertura dos SES (%)
2025	58,21
2026	63,43
2027	68,66
2028	73,88
2029	79,11
2030	84,33
2031	89,55
2032	94,78
2033	100
2034	100
2035	100
2036	100
2037	100
2038	100
2039	100
2040	100
2041	100
2042	100
2043	100
2044	100

Fonte: Elaboração própria.

#### 8.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Como conclusões deste diagnóstico e prognóstico, para o estabelecimento de prioridades de ação e investimentos nos programas e projetos que serão objeto de detalhamento em etapa posterior deste Plano, destacam-se as recomendações que seguem:

1. Recomenda-se que a Lei Complementar nº 322/2024 seja revisada e passe a prever a implantação de caixa de gordura entre na tubulação de saída de cozinhas e refeitórios antes da fossa séptica, de modo a garantir uma maior eficiência do sistema de tratamento. Deve se prever ainda a inclusão de redação que verse sobre obrigatoriedade de manutenção dos sistemas implantados, conforme frequência do projeto aprovado na Prefeitura;
2. Elaborar diagnóstico dos sistemas sanitários da área rural, cadastrando todas as edificações e propriedades que disponham de soluções individuais, incluindo características estruturais, tipo de tratamento e frequência de limpeza das unidades; O cadastro também deverá ser realizado nas edificações urbanas que não tem previsão de atendimento através de sistema público de coleta e tratamento de efluentes em curto prazo;
3. Concluir as obras do sistema de esgotamento sanitário do bairro Macieira;
4. Elaborar estudos de concepção e projeto básico para alcance dos índices de cobertura previstos no prognóstico;
5. Promover ações para a regularização dos sistemas individuais implantados em desconformidade com a normativas vigentes, priorizando na área urbana as edificações cuja expectativa de atendimento seja mais tardia ou mesmo que o Projeto Básico tenha indicado inviabilidade de ligação a um sistema público de coleta e tratamento de efluentes;
6. Manter rotina de avaliação, aprovação de projetos, com base nas normativas em vigor para implantação de soluções individuais;
7. Elaboração de projetos executivos do Sistema de Esgotamento Sanitário coletivo (SES) da área urbana e cronograma sequencial necessário às obras decorrentes dos projetos;
8. Realizar os processos de licenciamento ambiental necessários para ampliação do SES urbano;
9. Executar obras de ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário coletivo (SES) da área urbana;
10. Apoiar as populações rurais no tratamento e disposição dos esgotos sanitários, buscando parceria junto a FUNASA (responsável pela coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural), EMBRAPA, EPAGRI, Vigilância

- Sanitária, Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente do município para a implantação de tecnologias compatíveis com a realidade das propriedades; e
11. Desenvolver campanhas de educação sanitária aos usuários das soluções individuais e coletivas existentes e aos futuros usuários dos sistemas coletivos, para uma adequada utilização, visando a manutenção da funcionalidade destes sistemas.

## 9. LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

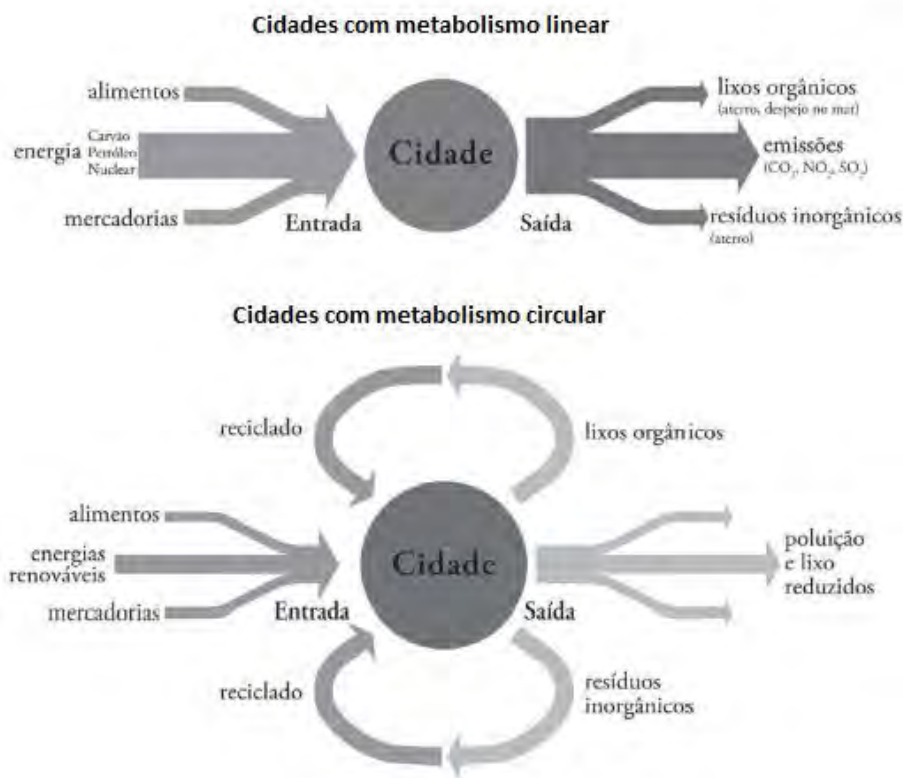
Este item apresenta a verificação da execução das proposições e metas do PMSB 2012, as características da operação dos serviços existentes no município e a descrição e avaliação das estruturas empregadas. Após o diagnóstico, é proposto um planejamento para a solução dos problemas atualmente enfrentados no município, bem como para a sua adequação às boas práticas de operação.

### 9.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

No início da vida em sociedade, a quantidade de resíduos gerados era reduzida, principalmente devido à baixa densidade populacional e baixos níveis de exploração de recursos naturais. Os resíduos gerados eram compostos, basicamente, por cinzas e material orgânico, que causavam pouco impacto ambiental. Com a industrialização e o crescimento urbano, o acúmulo de resíduos nas cidades provocou rápida deterioração dos níveis de saneamento e qualidade da vida urbana.

O urbanismo sustentável prima pela diversidade de usos e funções sobrepostos de forma compacta, respeitando as condicionantes geográficas e ambientais. A adoção de um sistema mais circular para o meio urbano pode minimizar os problemas dos impactos ambientais gerados, utilizando, para tal, tecnologias ambientais, mudanças de hábitos e ações de educação ambiental. Reduz-se, portanto, tanto a demanda de recursos da cidade quanto a saída de rejeitos (SILVA; ROMERO, 2015), como é apresentado na Figura 186.

Figura 186: metabolismos urbanos



Fonte: Silva e Romero (2015).

Durante o processo de planejamento dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos, um dos principais equívocos é considerar a gestão como algo meramente técnico, relacionado apenas a obras públicas, infraestrutura e financiamento. Esta visão normalmente resulta em sistemas que ignoram a importância das interações sociais e o papel específico da comunicação. É preciso que haja uma visão multidimensional e interdisciplinar para que a gestão seja exitosa.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, define resíduos sólidos como: “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”.

Os resíduos sólidos são materiais heterogêneos, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e

economia de recursos naturais. Constituem problemas sanitários, econômicos e estéticos (BRASIL, 2008)

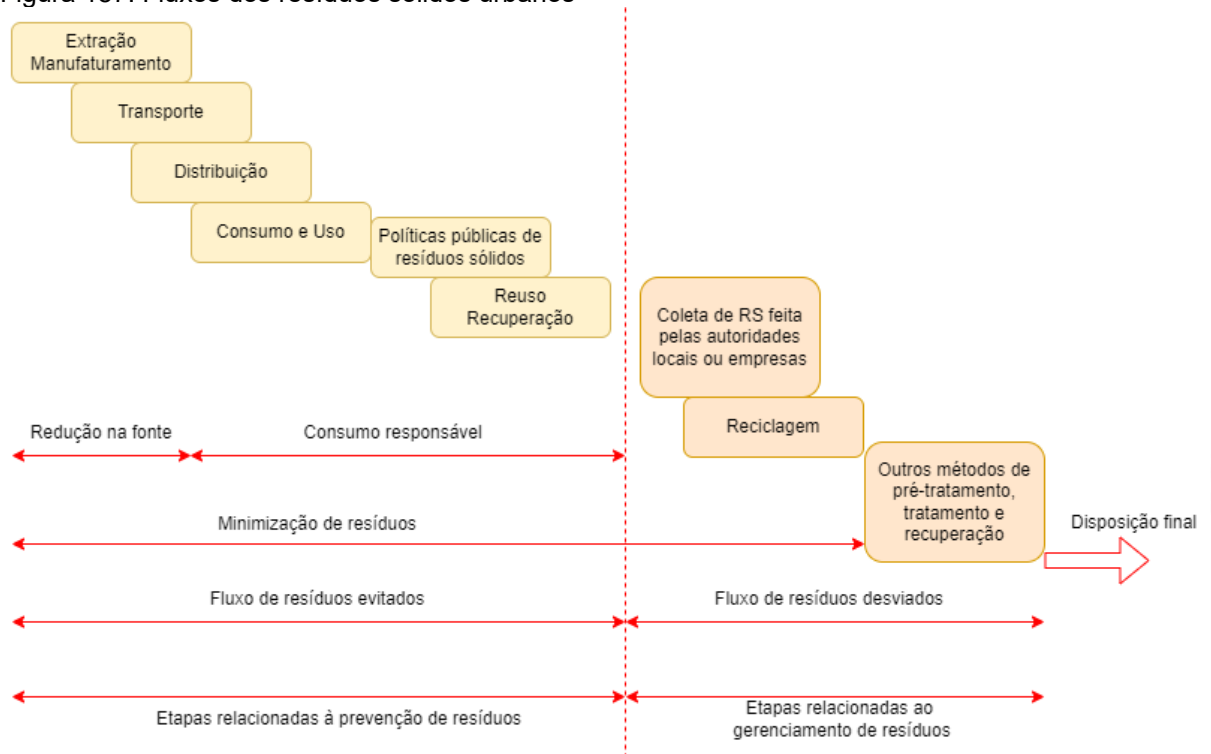
A limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos são elementos essenciais ao planejamento urbano, à proteção e à conservação do Meio Ambiente e, acima de tudo, à garantia de qualidade de vida satisfatória à população. O artigo 30, inciso V, da Constituição Federal (1988), estabelece que a limpeza pública e o manejo de resíduos sólidos urbanos são serviços de competência do poder público local.

Para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, a PNRS determina que a ordem de prioridade a ser seguida é: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Esta visão trazida pela lei requer sejam revistos padrões de consumo, visando sempre reduzir o consumismo e, conseqüentemente, a geração de resíduos sólidos que deverão ser tratados ou dispostos em aterros. Busca-se, portanto, que a cidade possua fluxos mais circulares.

O entendimento de que a geração de resíduos se inicia na própria concepção do produto e na forma como este é produzido, comercializado, utilizado e descartado resulta em dois principais fluxos na gestão de RSU: resíduos evitados e resíduos desviados.

Os resíduos evitados são aqueles que, em função de novas técnicas de manufatura, transporte ou alteração dos padrões de consumo e reuso nem chegam a ser de fato gerados. Já os resíduos desviados são aqueles que, após serem dispostos para a coleta, não chegam a ser encaminhados para o aterro sanitário para disposição final, sendo recuperados por meio de processos de reciclagem ou outros métodos de tratamento e recuperação. A Figura 187 ilustra estes dois fluxos.

Figura 187: Fluxos dos resíduos sólidos urbanos



Quanto ao gerenciamento de resíduos, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – (PNSB) (2008), mostram que 61,2% das prestadoras de serviços de manejo dos resíduos sólidos eram entidades vinculadas a administração direta do poder público; 34,5% empresas privadas sob regime de concessão pública ou terceirização; e 4,3%, entidades organizadas sob a forma de autarquias, empresas públicas, sociedades de econômica mista e consórcios (IBGE, 2010).

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos 2021, produzido pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), em 2020 foram gerados no Brasil 82,5 milhões de toneladas de resíduos. Este número foi aproximadamente 3,5 milhões de toneladas superior ao gerado no ano de 2019. Segundo a Associação, esta mudança no padrão de consumo pode ser, em parte, explicada pela Pandemia do COVID-19. Com a adoção do sistema de trabalho remoto, uma parte do resíduo que era gerada nos grandes centros (escolas, centros comerciais etc.) passou a ser gerado nas residências. Além disso, houve também o aumento na utilização do serviço de entregas (*delivery*), que passou a substituir o consumo em restaurantes (ABRELPE, 2021).

A média de geração de resíduos no Brasil, em 2020, foi de 1,07 kg de resíduos por habitante por dia. Na análise por regiões, percebe-se que a região sul é a que possui a menor geração média de RSU do Brasil: 0,805 kg/hab/dia (ABRELPE, 2021).

Do total de resíduos gerados, 92,2% foram coletados (percentual muito próximo ao observado em 2019). O índice observado para a região sul (95,7%) foi o segundo maior do país, ficando atrás apenas da região sudeste (98,2%) (ABRELPE, 2021).

A PNRS faz a distinção entre destinação final ambientalmente adequada e disposição final ambientalmente adequada. A primeira diz respeito às destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, como reutilização, reciclagem, compostagem ou a disposição final, que consiste na distribuição ordenada de rejeitos em aterros sanitários.

Algumas formas de disposição ainda adotadas no Brasil, como lixões ou aterros controlados, configuram-se como forma inadequada de disposição dos resíduos, uma vez que não há controle eficiente dos processos, o que acarreta poluição ambiental. Dos resíduos coletados no Brasil em 2020, 60,2% receberam disposição adequada nos aterros sanitários. A condição da região sul, novamente, destaca-se: 70,8% dos resíduos são dispostos de forma adequada (ABRELPE, 2021).

O Estado de Santa Catarina foi vanguardista no combate aos lixões e aterros controlados. Em 2001, nove anos antes da promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), o Estado lançou o “Programa Lixo Nosso de Cada Dia”, que estabeleceu prazos para a recuperação de áreas degradadas por lixões e a destinação adequada dos resíduos. No ano de 2000, 87,4% dos municípios catarinenses davam destinação inadequada aos seus resíduos. Em 2004, o número reduziu drasticamente, para 5,8%. Em 2014, todos os lixões haviam sido eliminados (IMA, 2020).

Outro instrumento importante, estabelecido em 2010 no Estado de Santa Catarina, é o Sistema de Controle de Movimentação de Resíduos e de Rejeitos (MTR), instituído pela Lei Estadual nº 15.251/2010. O MTR é uma plataforma online de coleta e compilação de dados sobre a geração e destinação de resíduos no estado, o que possibilita que haja a rastreabilidade por todas as atividades econômicas. O uso do MTR é obrigatório desde abril de 2016, cabendo ao Instituto de Meio Ambiente (IMA) o monitoramento e controle da movimentação dos resíduos.

Quanto aos Resíduos de Serviços da Saúde (RSS), em função da pandemia, houve um aumento de geração de 37 mil toneladas, atingindo 290 mil toneladas de

RSS coletadas em 2020. Aproximadamente 30% dos municípios brasileiros destinaram os resíduos coletados sem tratamento prévio, o que contraria as normas vigentes (ABRELPE, 2021).

Segundo o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina (PERS/SC), existiam, em 2018, 34 aterros sanitários no estado que recebem os resíduos sólidos urbanos de todos os 295 municípios catarinenses, sendo que 79,41% dos aterros eram operados por empresas privadas; 17,64% diretamente pelos municípios (seja por órgão/secretaria ou autarquia) ou por meio de consórcios intermunicipais; e 2,95% por associações de catadores (SANTA CATARINA, 2018).

### 9.1.1. Classificação

A Associação Brasileira de Normas técnicas em sua NBR 10.004/2004 define como:

Resíduos sólidos: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

A Norma também classifica os resíduos baseados:

#### a) No risco potencial de contaminação do Meio Ambiente:

##### Resíduos Classe I – Perigosos

São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

##### Resíduos Classe II – Não Perigosos

Dividem-se em duas subclasses: não inertes e inertes.

**Resíduos Classe II A – Não Inertes:** São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe II B – Inertes.

**Resíduos Classe II B – Inertes:** São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

A Lei Federal nº 12.305/2010 que Instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos também classifica os resíduos:

**I – Quanto à origem:**

- a. resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b. resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c. resíduos sólidos urbanos: os resíduos englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d. resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e. resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f. resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g. resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;
- h. resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i. resíduos agrosilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j. resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários, e passagens de fronteira;

k. resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

## **II – Quanto à periculosidade:**

a. resíduos perigosos: resíduos que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b. resíduos não perigosos: resíduos não enquadrados na alínea “a”.

Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo Poder Público Municipal (BRASIL, 2010).

O Estado de Santa Catarina na sua Lei Estadual nº 14.675, de 13 de abril de 2009 que “Instituiu o Código Estadual do Meio Ambiente”, em seu art. 28 definiu:

Art. 28. Para os fins previstos nesta Lei entende-se por:

[...]

XIX - disposição final de resíduos sólidos: procedimento de confinamento de resíduos no solo, visando à proteção da saúde pública e a qualidade do meio ambiente, podendo ser empregada a técnica de engenharia denominada como aterro sanitário, aterro industrial ou aterro de resíduos da construção civil;

[...]

XXII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

[...]

XXXVII - minimização de resíduos: redução dos resíduos sólidos, a menor volume, quantidade e periculosidade possíveis, antes do tratamento e/ou disposição final adequada;

[...]

LIII - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos,

observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes;

[...]

LVII - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

[...]

LVIII - resíduo sólido urbano: são os provenientes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos de limpeza pública urbana, ficando excluídos os resíduos perigosos;

[...]

LX - reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes;

[...]

LXIV - tratamento de resíduos sólidos: processos e procedimentos que alteram as características físicas, químicas ou biológicas dos resíduos e conduzem à minimização dos riscos à saúde pública e à qualidade do meio ambiente (SANTA CATARINA, 2009).

Com relação ao gerenciamento dos resíduos descritos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, as Prefeituras Municipais são as responsáveis pelos resíduos domiciliares, públicos e comerciais, estes últimos quando equiparados aos domiciliares e gerados em pequenas quantidades. Os demais resíduos são de responsabilidade do gerador.

O poder público municipal também é responsável por definir a equiparação dos resíduos e os limites para classificação em pequeno e grande gerador de resíduos através de leis municipais.

### **9.1.2. Acondicionamento e coleta**

Os resíduos sólidos urbanos podem ser acondicionados de diversas maneiras, como em recipientes rígidos, sacos plásticos descartáveis, contêineres coletores, caixas subterrâneas entre várias outras formas. Devem ser prestados esclarecimentos à comunidade quanto ao modo mais adequado de acondicionar os resíduos para a coleta, características e localização dos recipientes, dias e horários da coleta em cada bairro, assim como perigos inerentes ao mau acondicionamento (atração de animais indesejados, como moscas e ratos).

A coleta pode ser realizada com vários tipos de veículos, como carroças, caçambas e caminhões com ou sem compactação. O dimensionamento do serviço de coleta é etapa crucial para a eficiência geral do serviço, devendo considerar variações da economia, aspectos sazonais e climáticos, influências regionais, migrações, turismo e densidade dos resíduos (FUNASA, 2019).

A eficiência da coleta reduz os perigos do mau acondicionamento na fonte geradora. Contudo, é preciso que o sistema de coleta seja organizado e pontual, assim como a equipe envolvida receba treinamento adequado.

Do ponto de vista econômico, o planejamento e organização são fundamentais para a viabilidade e eficiência, uma vez que do total dos custos das operações de limpeza dos centros urbanos, esta fase corresponde de 50% a 80% do valor (FUNASA, 2007).

### **9.1.3. Transporte e transbordo**

A norma ABNT NBR 13.221/2023 estabelece os requisitos para o transporte de resíduos sólidos não perigosos, buscando atender padrões de proteção ambiental, saúde pública e segurança.

Os resíduos devem ser transportados em veículos adequados, em bom estado de conservação, com os resíduos devidamente acondicionados para que não haja vazamentos e contaminações das vias.

Em alguns casos, são projetadas estações de transferência (transbordo), que servem para transferir o lixo dos caminhões coletores que realizam a coleta porta a porta para caminhões de maior porte (entre 40 m<sup>3</sup> e 60 m<sup>3</sup>). A instalação desta estação é recomendada quando a destinação final ficar a uma distância superior a 30 km. Estes espaços funcionam como espaço físico para armazenamento temporário dos resíduos. É mais utilizado em cidades de maior porte, com o principal objetivo de reduzir o gasto com as viagens da cidade para o aterro sanitário (FUNASA, 2019).

Para cidades de menor porte, onde serão necessárias poucas viagens, o investimento para a construção de uma unidade de transbordo pode não ser economicamente vantajoso, nessa situação os próprios caminhões coletores fazem a transferência até o aterro sanitário.

#### 9.1.4. Tratamento

Existem diversas técnicas que podem ser aplicadas ao tratamento de resíduos sólidos. Os principais objetivos do tratamento são reduzir os impactos ambientais resultantes da geração de RSU, buscando sempre estar alinhados aos princípios da PNRS, em especial o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social. Assim, as principais técnicas de tratamento são a reciclagem, compostagem e incineração.

A seleção da tecnologia de destinação mais adequada deve considerar as características (físicas e químicas) dos resíduos sólidos, as quantidades geradas de cada resíduo, e as áreas disponíveis para implantação.

##### 9.1.4.1. Reciclagem

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define reciclagem como o “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos”. A reciclagem, portanto, visa a reinserção dos resíduos no ciclo produtivo.

Das alternativas de tratamento de resíduos, a reciclagem é uma das mais vantajosas, podendo ser citado como principais benefícios a preservação de recursos naturais, economia de matérias-primas não renováveis, economia de energia, de transporte (de resíduos), aumento da vida útil do aterro e geração de emprego e renda (RODRIGUEZ, 2014).

As principais etapas da reciclagem de resíduos sólidos são: separação e classificação dos diversos tipos de materiais presentes no lixo; processamento para obtenção de fardos, ou materiais triturados ou que receberam algum tipo de beneficiamento; comercialização dos materiais; reutilização dos produtos e reaproveitamento em processos industriais, como matérias primas (FUNASA, 2019).

##### 9.1.4.2. Compostagem

O processo de compostagem é uma forma eficaz e econômica para tratar os resíduos orgânicos, reduzindo o volume de resíduo destinado aos aterros sanitários (e, conseqüentemente, aumentando sua vida útil) e estabilizando a matéria orgânica.

É um processo biooxidativo aeróbio controlado de decomposição por microrganismos, cujo resultado (composto) possui características apropriadas para diferentes utilizações, como biofertilizantes. O composto é rico em nutrientes e sais minerais, responsáveis pela melhoria do solo (HERBETS *et al.* 2005).

O controle de alguns fatores durante o processo de compostagem é fundamental para o sucesso do processo. O teor de umidade deve se manter entre 50% e 60% (baixos teores comprometem a atividade microbiana, ao passo que altos teores levam à anaerobiose e formação de chorume). Por se tratar de um processo aeróbio, a circulação de ar na massa do composto é, portanto, de importância primordial para a compostagem rápida e eficiente. Como a decomposição é um processo exotérmico, a temperatura do monte gradativamente aumenta, tendo seu ideal em torno de 55°C e máximo em torno de 65°C. A relação entre carbono e nitrogênio ideal é da ordem de 30/1 (FUNASA, 2019).

#### 9.1.4.3. Incineração

A incineração é um processo de oxidação a alta temperatura (entre 1.000°C a 1.450°C), devendo ocorrer em instalações bem projetadas e corretamente operadas, visando a redução do volume de resíduo (até 95%) e do peso (85 a 90%). As cinzas geradas são inertes, devendo receber cuidados quanto ao acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação final adequada (aterros sanitários) (FUNASA, 2007).

Há, ainda, a possibilidade de realizar a recuperação energética dessa queima de resíduos. A energia liberada é utilizada para gerar vapor, utilizado na produção de eletricidade para uso da usina ou em outras localidades da cidade.

A incineração é bastante utilizada na gestão dos resíduos sólidos da saúde, uma vez que é capaz de inativar os microrganismos patogênicos, resultando em uma cinza inerte que pode ser disposta em aterros convencionais.

#### 9.1.4.4. Outras formas de tratamento

Ainda que menos utilizadas do que as soluções apresentadas anteriormente, cabe ainda destacar a existência de outras tecnologias de tratamento de resíduos sólidos urbanos.

A pirólise pode ser definida como a degradação térmica de qualquer material orgânico na ausência parcial ou total de um agente oxidante, ou até mesmo, em um ambiente com uma concentração de oxigênio capaz de evitar a gaseificação intensiva do material orgânico. A pirólise geralmente ocorre a uma temperatura que varia desde os 400°C até o início do regime de gaseificação intensiva (700°C). O principal objetivo no processo de pirólise é a obtenção de produtos com densidade energética mais alta e melhores propriedades do que àquelas da biomassa inicial. Este tratamento também pode estar acoplado a um sistema para produção de energia.

Já a biometanização é um processo de fermentação anaeróbia dos componentes orgânicos dos resíduos sólidos urbanos, onde os resíduos de matéria orgânica se decompõem em várias etapas até chegar ao produto final, o biogás, uma mistura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o metano (CH<sub>4</sub>) utilizado na produção de energia. A fermentação é causada por bactérias ou microrganismos que se desenvolvem em ambientes sem oxigênio. Esta tecnologia também pode através do CH<sub>4</sub> produzir energia.

#### **9.1.5. Disposição final**

A PNRS define que disposição final ambientalmente adequada é a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando as normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. A única forma atualmente aceita de disposição final de RSU aceita pela legislação brasileira são os aterros sanitários.

Aterros sanitários são áreas destinadas à disposição final de resíduos sólidos urbanos, sobre terreno natural, por meio de seu confinamento em camadas de material inerte, de modo a reduzir danos ao meio ambiente, em particular à saúde e segurança pública. Requer que sejam implantadas medidas de controle, como monitoramento ambiental e tratamento de efluentes líquidos e gasosos (LANGE *et. al.*, 2008)

Aterros controlados, apesar de possuírem algum controle operacional, geram considerável poluição ambiental. Geralmente não possuem impermeabilização de base ou sistemas de tratamento de chorume e biogás. Comumente, são lixões que passaram por alguma melhoria na parte de engenharia, ou aterros sanitários cujos controles não se desenvolveram da forma adequada e passam a gerar contaminação.

A prática de enterrar os resíduos visa, além de controlar odores e ser esteticamente mais adequado, evitar a proliferação de vetores e roedores e outros riscos à saúde.

Para a definição do local mais apropriado para a instalação de um aterro sanitário, o Manual de Saneamento da FUNASA (2007) aponta os principais aspectos a serem levados em consideração: preço e localização do terreno; possibilidade de aproveitamento após o encerramento da operação; ventos predominantes (devem ser da cidade para o local); risco de contaminação de mananciais de água; acesso fácil durante o ano todo; área suficiente para no mínimo 10 anos de operação; possibilidade de drenagem; e a existência de áreas para disponibilizar material de empréstimo.

## 9.2. DIAGNÓSTICO

Conforme Constituição Federal, os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos urbanos são de titularidade do Município. Em Fraiburgo, as responsabilidades sobre os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos estão divididas conforme a Tabela 82.

Tabela 82: Responsáveis pelos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos no município de Fraiburgo.

Serviços	Responsável
<b>Manejo dos resíduos domiciliares</b>	SANEFRAI
<b>Manejo dos resíduos recicláveis</b>	SANEFRAI
<b>Serviços de limpeza pública</b>	Secretaria de Infraestrutura Urbana
<b>Resíduos dos serviços de saúde</b>	Secretaria de Saúde

Fonte: Elaboração própria.

Cabe ressaltar que os resíduos comerciais que possuem as características semelhantes à dos domiciliares também são coletados pelo poder público. A Tabela 83 apresenta os atuais executores dos serviços de manejo de resíduos sólidos no município.

Tabela 83: Executores dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos no município de Fraiburgo no ano de 2024.

Serviço	Executor
<b>Coleta convencional e transporte</b>	Engelix Limpeza Urbana
<b>Coleta seletiva</b>	Engelix Limpeza Urbana

Serviço	Executor
Limpeza pública	Registro de preço <sup>14</sup>
Coleta de resíduos da saúde	Servioeste Chapecó
Transporte e destinação dos rejeitos da triagem	Innova Ambiental
Triagem da coleta seletiva	APAFRAI
Destinação final dos resíduos da saúde	Servioeste Chapecó
Disposição final dos resíduos da coleta convencional	SANEFRAI

Fonte: Elaboração própria.

## 9.2.1. Resíduos domiciliares – coleta convencional

### 9.2.1.1. Coleta

No município, a coleta está dividida entre Coleta Convencional, que realiza o recolhimento dos resíduos orgânicos e rejeitos, e Coleta Seletiva, que realiza o recolhimento dos materiais passíveis de reciclagem.

A coleta convencional é realizada na área urbana e na área rural do município, conforme roteiro de coleta apresentado na Tabela 84 e na Tabela 85.

---

<sup>14</sup> Os serviços de limpeza urbana têm sua execução realizada por empresas terceirizadas cuja contratação se deu através de registro de preço.

Tabela 84: Roteiro da coleta convencional na área urbana do município.

Turno	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
<b>Manhã</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>São Miguel</li> <li>Nossa Senhora Aparecida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jardim América</li> <li>Das Nações</li> <li>Vila Fischer</li> <li>Santo Antônio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>São Miguel</li> <li>Nossa Senhora Aparecida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jardim América</li> <li>Das Nações</li> <li>Fischer</li> <li>Santo Antônio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>São Miguel</li> <li>Nossa Senhora Aparecida</li> <li>São Cristóvão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jardim América</li> <li>Das Nações</li> <li>Fischer</li> <li>Santo Antônio</li> </ul>
<b>Tarde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>São Cristóvão</li> <li>Liberata</li> <li>Macieira</li> <li>Vila Salete</li> <li>Jardim das Hortênsias</li> <li>Bela Vista</li> <li>Roland Mayer</li> <li>São José</li> <li>Portal</li> <li>São Sebastião</li> <li>Mirassol</li> <li>Colina do Sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Santo Antônio</li> <li>X de Novembro</li> <li>Santa Mônica</li> <li>São José</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faxinal</li> <li>Liberata</li> <li>Macieira</li> <li>Vila Salete</li> <li>Jardim das Hortênsias</li> <li>Bela Vista</li> <li>Vila Nova</li> <li>São José</li> <li>Portal</li> <li>São Sebastião</li> <li>Mirassol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Santo Antônio</li> <li>Santa Mônica</li> <li>São José</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X de Novembro</li> <li>Liberata</li> <li>Macieira</li> <li>Vila Salete</li> <li>Jardim das Hortênsias</li> <li>Bela Vista</li> <li>Vila Nova</li> <li>São José</li> <li>Portal</li> <li>São Sebastião</li> <li>Mirassol</li> <li>Colina do sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Santo Antônio</li> <li>Santa Mônica</li> <li>São José</li> </ul>
<b>Noite</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centro</li> </ul>

Fonte: SANEFRAI (2024).

Tabela 85: Roteiro da coleta convencional na área rural do município.

Nome da localidade	Dias de coleta/ período
<b>Papuã</b>	Quinzenal, às sextas-feiras
<b>Faxinal dos Carvalhos, Faxinal dos Domingues, Lau Mello, Taquaruçu, Fazenda Butiá Verde, Vila Otávia, Assentamento São João Maria</b>	Quinzenal, às quintas-feiras

Fonte: SANEFRAI (2024).

Os serviços de coleta convencional são realizados em regime de terceirização pela empresa Engelix Limpeza Urbana, sendo a prestação desse serviço no ano de 2024 regida pelo Contrato CT24SF05, com vigência até 10/05/2025.

Para a realização dos serviços de coleta convencional, a empresa possui uma equipe composta por quatro motoristas e nove coletores (ENGELIX, 2024). O contrato atual prevê que para a coleta e transporte até o destino final de resíduos sólidos domiciliares urbanos deverão ser empregados no mínimo três caminhões equipados com caçamba coletora compactadora, com capacidade mínima de 15 m<sup>3</sup>. Atualmente, conforme informações apresentadas pela empresa, são empregados quatro caminhões compactadores, Tabela 86.

Tabela 86: Relação de caminhões compactadores empregados na coleta convencional.

Modelo	Ano	Capacidade (m <sup>3</sup> )
<b>Mercedes-Benz Atego 1726</b>	2025	15
<b>Mercedes-Benz Atego 1726</b>	2024	15
<b>Mercedes-Benz Atego 1726</b>	2021	15
<b>Ford Cargo 1729</b>	2018	15

Fonte: Engelix (2024).

Após a coleta, os resíduos são direcionados à central de triagem, localizada na Avenida Caçador, s/n, Jardim América, para pesagem.

#### 9.2.1.2. Transporte

O controle de pesagem dos caminhões é realizado por meio de uma balança rodoviária instalada na entrada do centro de triagem (Figura 188). Após a pesagem, os resíduos da coleta convencional são diretamente encaminhados para a disposição no aterro municipal. O transporte dos resíduos até o aterro é também realizado pela empresa Engelix Limpeza Urbana através do mesmo caminhão utilizado para a coleta (Figura 189).

Figura 188: Balança rodoviária na entrada da central de triagem de resíduos – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 189: Trajeto entre a unidade de triagem/balança e o aterro municipal.



Fonte: Google Earth (2024).

### 9.2.1.3. Destinação Final dos Resíduos Domiciliares – Orgânicos e Rejeitos

A disposição final dos resíduos provenientes da coleta convencional ocorre em aterro sanitário operado pela SANEFRAI (UTM 22S: E 511750 e N 7013000 - SIRGAS 2000), localizado na linha Baia, interior de Fraiburgo, a cerca de 5 km da unidade de

triagem instalada no bairro Jardim América. O aterro opera através da licença ambiental de operação (LAO), expedida pelo IMA, de nº 909/2023, com prazo de validade até março de 2027 (Anexo 04).

O aterro possui área de 242.000 m<sup>2</sup>, podendo receber e processar até 15 toneladas por dia, segundo a LAO. Observa-se que em 2020 e 2021, o aterro estava recebendo diariamente em média 21 toneladas de resíduos<sup>15</sup>, valor superior ao previsto pela LAO.

No dia 14 de janeiro de 2022, foi realizada uma visita ao aterro, com intuito de verificar as infraestruturas existente e as condições de operação. Como pode ser observado na Figura 190, o aterro encontrava-se devidamente cercado, com acesso por portão e identificado com placas. No entanto, durante o dia o portão fica aberto, o que permite o acesso de terceiros à área.

Figura 190: Entrada do aterro sanitário – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Para a operação do aterro, são utilizados regularmente um trator de esteiras, uma retroescavadeira, um caminhão caçamba e uma escavadeira hidráulica. O trator de esteiras é utilizado para efetuar o desmonte das pilhas de resíduos, o

<sup>15</sup> Considerando a quantidade anual de resíduos destinados ao aterro sanitário de 2020 a 2021 e a operação do aterro de segunda a sábado.

espalhamento e compactação dos resíduos, a manutenção das vias de acesso e no recobrimento e compactação da argila. A retroescavadeira é utilizada para abertura de valas de drenagem e carregamento do caminhão com argila, brita 4 e rachão. Por fim, o caminhão é utilizado para o transporte de materiais.

O resíduo disposto na célula em operação é recoberto de duas a três vezes na semana, fato que acaba por atrair vetores como urubus, moscas e baratas. O material de recobrimento apresenta muitas pedras de grande diâmetro, podendo ocasionar problemas na impermeabilização do aterro. Os drenos de gases são instalados a uma distância de até 50 metros entre si. Os gases coletados pelos drenos não são queimados ou passam por qualquer tipo de tratamento antes de serem liberados na atmosfera. A Figura 191 ilustra a célula em operação no dia da visita.

Figura 191: Frente de operação do aterro operado pela SANEFRAI – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O líquido percolado no aterro sanitário é drenado e direcionado através de tubulação de PVC para sistema de tratamento composto por: lagoa aerada, seguida por uma lagoa anaeróbia e dois tanques pulmão de 15 m<sup>3</sup>. Por fim, há um tratamento físico-químico com medição de vazão ao final do tratamento por meio de calha parshall. Após o tratamento físico-químico, o efluente passa por filtros de pedra e é lançado no Arroio Soqueira, a aproximadamente 1,5 km do aterro. O lodo gerado é disposto em leitos de secagem.

Figura 192: Sistema de tratamento de chorume – em 01/2022.



Legenda: **A:** Chegada do efluente do aterro sanitário; **B:** Lagoa aerada; **C:** Lagoa anaeróbia; **D:** Tanques Pulmão; **E:** Tratamento físico-químico (unidade de mistura rápida); **F:** Tratamento físico-químico (floculador de chicanas horizontais); **G:** Tratamento físico-químico (decantador); **H:** Filtro de pedra e leitos de secagem; **I:** Saída do Efluente para lançamento em corpo hídrico

Fonte: Acervo próprio.

Com relação ao monitoramento das águas subterrâneas, verificou-se que a frequência de monitoramento estabelecida na licença ambiental está sendo cumprida. Entretanto, foram verificadas inconformidades nos resultados analíticos. Nas campanhas realizadas entre 2019 e 2021, vários parâmetros analisados se apresentaram fora dos padrões estabelecidos pelas resoluções CONAMA nº 420/2009 e 396/2008, cita-se: alumínio; chumbo; cromo; ferro; manganês; nitrato e nitrito.

Os metais alumínio e ferro destacaram-se como os que apresentaram as concentrações mais elevadas. Segundo a Resolução CONAMA nº 420/2009, a concentração de investigação para águas subterrâneas é de 3.500 µg/L para o alumínio e 2.450 µg/L para o ferro.

Para o alumínio, a concentração nos quatro poços de monitoramento esteve acima desse valor em sete de oito relatórios de análise disponibilizados. A concentração máxima verificada foi de 358.318,5 µg/L, mais de 100 vezes acima do valor de referência. Já para o ferro, a concentração esteve acima do valor de referência em todas as análises de todas as campanhas. A concentração máxima

verificada foi de 168.873,9 µg/L, aproximadamente 69 vezes acima do valor de referência.

Dos resultados para chumbo no último ano avaliado (Jul/2020 a Set/2021), 38% das 18 amostras se apresentaram acima do valor de investigação da CONAMA nº 420/2009, sendo o valor máximo encontrado aproximadamente 15 vezes superior ao estabelecido. As amostras das duas últimas campanhas, contudo, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação para este parâmetro.

Para o níquel, cerca de 30% das 18 amostras apresentaram valores superiores ao valor de investigação da Resolução CONAMA nº 420/2009, com máximo verificado de duas vezes o estabelecido pela resolução.

Além dos metais, é importante salientar que os resultados de DBO e DQO das amostras coletadas no poços de monitoramento também se mostraram alterados. Para a DBO, o máximo verificado foi no poço 3, na campanha amostral de julho de 2020: 246 mg/L. Para a DQO, o máximo ocorreu no mesmo ponto e campanha: 1.266 mg/L.

Assim, entende-se que se faz necessária uma investigação para avaliar as alterações verificadas e confirmar se essas possuem relação com a operação do aterro, além de identificar eventual fragilidade do sistema de impermeabilização de fundo ou no sistema de drenagem e tratamento de chorume.

A SANEFRAI também forneceu os relatórios de monitoramento da estação de tratamento do líquido percolado produzido no aterro no ano de 2020. Após a conferência dos relatórios fornecidos, pode-se verificar que o monitoramento da estação segue o estabelecido na LAO do empreendimento no que se refere a frequência de monitoramento.

Quanto aos padrões de lançamento, verificou-se que o tratamento adotado necessita de adequações, uma vez que há problemas na remoção de DBO na maior parte do tempo (em apenas três meses de 2020 o efluente de saída atendeu tanto à Resolução CONAMA nº 430/2011 quanto à Lei Estadual nº 14.675/2009). A remoção de fósforo se mostrou aceitável, apresentando apenas um mês de desacordo com as normativas (dez/2020), assim como o pH de lançamento, que permaneceu dentro dos limites estabelecidos em 83% das amostragens.

Cabe ainda destacar que, para o controle de nitrogênio, a LAO estabelece monitoramento de nitrogênio amoniacal, mas estava sendo realizado o monitoramento de nitrato. Esta alteração resulta em um parâmetro a menos no monitoramento que

possui padrão estabelecido nas normativas (enquanto para o nitrogênio amoniacal existe um padrão estabelecido, o nitrato não possui padrão de lançamento).

Ainda com relação ao controle de nitrato, na maioria dos meses (9) houve eficiência negativa de remoção. Ou seja, a concentração de nitrato que entrou na primeira lagoa de tratamento foi inferior à concentração de lançamento. Para o mês de janeiro de 2020, a eficiência foi de -157,023% (concentração de entrada de 0,3 mg/L e de saída de 471,37 mg/L). De certa forma, é esperado que ocorra o aumento nesta concentração, uma vez que o nitrogênio amoniacal no tratamento é transformado em nitrito e, posteriormente, em nitrato. Assim, convém que seja adequado o parâmetro de monitoramento, para que coincida com o estabelecido na LAO.

No geral, após visita, constatou-se que o aterro possui infraestrutura mínima para operação. No entanto, foram identificadas algumas deficiências, como a ausência de sistemas de drenagem permanentes e provisórios, o que contribui para o aumento da produção de líquidos percolados. Além disso, a não realização da queima dos gases, o acesso por estrada não pavimentada e a elevada quantidade de pedras no material utilizado para o recobrimento também são fatores que comprometem a eficiência do local.

Para uma avaliação sistemática do aterro, utilizou-se o indicador de avaliação de aterros de resíduos sólidos urbanos elaborado, na dissertação de mestrado do curso de pós-graduação da UFSC, pelo acadêmico Adriano Vitor Rodrigues Pina Pereira, que fez adequações no índice de avaliação de aterros do CETESB para sua aplicação no estado de Santa Catarina.

O aterro foi classificado, conforme Tabela 87, em função da pontuação adquirida nas respostas dos quesitos (Anexo 05).

Tabela 87: Classificação do aterro conforme pontuação.

Nota	Grupo	Condições
<b>9,0 a 10,0</b>	Aterro Sanitário	Ótimas
<b>8,0 a 9,0</b>	Aterro Sanitário	Adequadas
<b>6,0 a 8,0</b>	Aterro Controlado	Mínimas
<b>4,0 a 6,0</b>	Aterro Controlado	Precárias
<b>0,0 a 4,0</b>	Lixão	-----

Fonte: Pereira (2005).

Com base na metodologia aplicada, o aterro obteve uma pontuação de 7,43 sendo classificado como um aterro controlado em condições mínimas de operação.

#### 9.2.1.4. Caracterização

A Tabela 88 apresenta os valores anuais, em toneladas, de resíduos coletados através da coleta convencional, conforme informações disponibilizadas pela SANEFRAI.

Tabela 88: Quantidade anual de resíduos coletados (rejeitos e orgânicos) através da coleta convencional entre os anos de 2019 e 2021.

Ano	Total geral (tonelada)
<b>2019</b>	6.272,1
<b>2020</b>	6.269,5
<b>2021</b>	6.313,0
<b>Média</b>	6.551,0

Fonte: SANEFRAI (2022).

Além dos resíduos coletados através da coleta convencional, há uma parcela de rejeitos provenientes do processo de triagem da coleta seletiva e rejeitos de outras fontes que são destinados diretamente ao aterro.

Tabela 89: Quantidade anual de resíduos, em toneladas, destinadas ao aterro entre os anos de 2019 e 2021.

Ano	Coleta Convencional (tonelada)	Outros (tonelada)	Rejeitos da triagem (tonelada)	Total enviado ao aterro (tonelada)
<b>2019</b>	6.272,1	220,3	185,7	6.678,1
<b>2020</b>	6.269,5	88,0	165,0	6.522,5
<b>2021</b>	6.313,0	54,4	115,6	6.483,0
<b>Média</b>	6.284,9	120,9	155,4	6.561,2

Fonte: SANEFRAI (2022).

A média diária de rejeitos destinados ao aterro sanitário<sup>16</sup> no período entre 2019 e 2021 foi de aproximadamente 21 toneladas por dia, entre coleta convencional, rejeitos da coleta seletiva e outras entradas. Este valor é superior ao máximo descrito na LAO do empreendimento (15 toneladas/dia). Esta diferença impacta não somente a capacidade de operação do aterro com segurança e qualidade, mas a sua vida útil projetada.

Para o cálculo da geração *per capita* de resíduos coletados através da coleta convencional pelo município, considerou-se o atendimento de 100% da população urbana. Para a população rural, como não há estimativa precisa para a população

<sup>16</sup> Considerando a operação do aterro sanitário de segunda a sábado, 313 dias.

atendida nessa área, estimou-se que as localidades elencadas na Tabela 85 representam um atendimento de 20% da população rural.

A Tabela 90 apresenta os valores de geração per capita de resíduos coletados através da coleta convencional.

Tabela 90: Produção per capita da coleta convencional.

Ano	População atendida (hab)	Toneladas			Per capita (kg/hab.dia)
		Anual	Mensal	Diário	
<b>2019</b>	30.508	6.272,1	522,7	17,2	0,563
<b>2020</b>	30.437	6.269,5	522,5	17,2	0,564
<b>2021</b>	30.367	6.313,0	526,1	17,3	0,570
<b>Média</b>	30.437	6.284,9	523,7	17,2	0,566

Fonte: Elaboração própria a partir de SANEFRAI (2022).

A composição gravimétrica média dos RSU varia em função de diferentes aspectos, sejam eles, sociais, econômicos, geográficos e climáticos, além de estar relacionado aos hábitos e costumes de consumo e descarte da população local.

Schneider *et al.* (2002) acreditam que a caracterização de resíduos urbanos, se sistemática e continuada, permite avaliar as variações na composição dos resíduos em função de aspectos culturais e climáticos, mas sobretudo possibilita o planejamento do gerenciamento dos resíduos e de estratégias de educação ambiental em relação a eles.

O município não possui estudo gravimétrico recente dos resíduos coletados através da coleta convencional, não sendo possível avaliar efetivamente a eficiência das ações de educação ambiental sobre o processo de separação dos resíduos pela população.

#### 9.2.1.5. Custos

Os custos vigentes do serviço de coleta e transporte até o aterro são regidos pelo Contrato nº CT24SF05. O valor referente à coleta convencional no ano de 2024 é de R\$294,67 por tonelada coletada. Na Tabela 91, são apresentados os valores anuais repassados à empresa no período de 2018 a 2021 para o serviço de coleta convencional.

Tabela 91: Custo anual do serviço de coleta convencional.

Ano	Valor total(R\$)
<b>2018</b>	1.125.309,56

Ano	Valor total(R\$)
2019	1.018.220,88
2020	1.106.429,69
2021	1.301.287,41

Fonte: SANEFRAI (2022).

Na Tabela 92, são apresentados os valores despendidos pelo município entre os anos de 2018 e 2021 para despesas administrativas, frota, operação e ampliação do aterro sanitário.

Tabela 92: Custos envolvidos na operação do aterro sanitário entre os anos de 2018 e 2021.

Ano	Valor total(R\$)
2018	445.843,51
2019	672.245,25
2020	689.790,54
2021	813.282,25

Fonte: SANEFRAI (2022).

Além dos custos acima, até março de 2024, também havia o custo do transporte dos rejeitos do processo de triagem de recicláveis para o aterro sanitário municipal. A Tabela 93 apresenta os valores despendidos pelo município entre os anos de 2018 e 2021 para o transporte dos rejeitos do processo de triagem de recicláveis até o aterro sanitário municipal.

Tabela 93: Custos para o transporte de rejeitos do processo de triagem até o aterro sanitário entre os anos de 2018 e 2021.

Ano	Valor total(R\$)
2018	194.275,05
2019	94.441,32
2020	101.460,67
2021	126.496,56

Fonte: SANEFRAI (2022).

Em 2021, considerando os custos apresentados acima e a quantidade de resíduos dispostos no aterro naquele ano, o município teve um custo unitário de R\$ 345,72 por tonelada de resíduo coletado e disposto no aterro sanitário municipal.

### 9.2.2. Resíduos domiciliares – coleta de recicláveis

Os serviços de coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos recicláveis também são prestados pela empresa Engelix Limpeza Urbana através do Contrato CT24SF05, com vigência até 10/05/2025.

### 9.2.2.1. Coleta

Segundo a SANEFRAI, a coleta de recicláveis atende 100% da população da urbana. No bairro Centro, a coleta é realizada de segunda a sábado, já nos demais bairros a coleta tem frequência semanal, conforme cronograma apresentado na Tabela 94. A coleta de recicláveis ainda não abrange a área rural.

Tabela 94: Roteiro Semanal da Coleta Seletiva.

Turno	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
<b>Manhã</b>	Bela Vista Roland Mayer	São Miguel	São José Santo Antônio	Liberata Macieira Portal	São Sebastião Mirassol XV de Novembro
<b>Tarde</b>	Jardim América Centro	Nossa Senhora Aparecida São Cristóvão Centro Colina do Sol	Nações Vila Fischer Centro	Vila Salete Jardim das Hortênsias Centro	Santa Mônica Centro

Fonte: SANEFRAI (2022).

Para a coleta, é utilizado uma caminhão Mercedes-Benz – modelo Acello 1017, ano 2024, equipado com baú com capacidade de 25 m<sup>3</sup>. O corpo funcional da coleta seletiva é formado por 01 motorista e 02 coletores.

### 9.2.2.2. Triagem e destino dos Recicláveis

O processo de triagem configura a separação manual ou mecânica dos materiais recicláveis contidos nos resíduos sólidos urbanos. Conta, em geral, com mesas ou esteiras para catação dos recicláveis e baias para seu armazenamento. É comum a utilização do termo usina de reciclagem para nomear tais unidades, embora não ocorram no local o processo de reciclagem, mas sim a triagem dos materiais para posterior encaminhamento à reciclagem. Está é dividida em: balança, esteiras, triagem, prensa, armazenamento, balança e saída dos rejeitos.

Em Fraiburgo, após a coleta seletiva, os resíduos são direcionados à central de triagem do município, que se localiza na Avenida Caçador. Em novembro de 2023, a unidade de triagem passou a ser operada pela Associação de Papeleiros de Fraiburgo (APAFRAI), através do contrato de prestação de serviços CT23SF03.

Na entrada do terreno da central de triagem, existe uma balança rodoviária, onde é realizada a pesagem dos caminhões (convencional e seletiva). Na central, os resíduos são triados, compactados e armazenados para posterior venda.

Desde março de 2024, os rejeitos do processo de triagem, que antes eram encaminhados para o aterro municipal, passaram a ser coletados pela empresa Innova Ambiental, através do contrato CT24SF04, e destinados ao município de Videira onde são incinerados.

Figura 193: Plataforma de recebimento e galpão de triagem – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

### 9.2.2.3. Caracterização

A Tabela 95 apresenta os valores anuais, em toneladas, de resíduos coletados através da coleta de recicláveis e destinados a unidade de triagem, conforme informações disponibilizadas pela SANEFRAI.

Tabela 95: Quantidade anual de resíduos recolhidos através da coleta de recicláveis entre os anos de 2019 e 2021.

Ano	Total geral (tonelada)
<b>2019</b>	350,9
<b>2020</b>	357,6
<b>2021</b>	257,4
<b>Média</b>	322,0

Fonte: SANEFRAI (2022).

Após o processo de triagem, uma parcela dos resíduos, é classificada como rejeito. Entre 2019 e 2021, em média, 48% dos resíduos coletados foram classificados como rejeitos e destinados ao aterro sanitário, Tabela 96.

Tabela 96: Quantidade anual de resíduos, segregados no processo de triagem, em toneladas..

Ano	Coleta de recicláveis (tonelada)	Resíduos destinados	
		a processos de reciclagem (tonelada)	Rejeitos da triagem (tonelada)
<b>2019</b>	350,9	165,2	185,7
<b>2020</b>	357,6	192,6	165,0
<b>2021</b>	257,4	141,8	115,6
<b>Média</b>	322,0	166,6	155,4

Fonte: SANEFRAI (2022).

Na Tabela 97, são apresentadas as quantidades estimadas de resíduos coletados através da coleta de recicláveis, por tipo de resíduo segregado, dos anos de 2020 e 2021. Destaca-se que, em relação ao ano de 2021, há uma discrepância entre os dados fornecidos pela SANEFRAI para esta revisão e os quantitativos informados ao SNIS.

Tabela 97 Coleta Seletiva – Quantidade anual de resíduos recuperados em toneladas – 2020/2021.

Ano	Papel e Papelão (tonelada)	Plástico (tonelada)	Metal (tonelada)	Vidro (tonelada)	Rejeito (tonelada)	Outros Materiais (tonelada)	Total geral (tonelada)	Total Reciclável (tonelada)
<b>2020</b>	66,3	21,3	20,3	13,7	165,12	236,0	522,72	357,6
<b>2021</b>	45,2	32,6	10,0	4,0	115,58	23,1	230,48	114,9
<b>Média</b>	55,75	26,95	15,15	8,85	140,35	129,55	376,6	236,25

Fonte: SNIS.

No ano de 2021, em relação à porção que segue para reciclagem, os resíduos de papel e papelão representam cerca 39,3% dos resíduos totais coletados, os resíduos plásticos 28,4%, os resíduos de sucatas ferrosas e não ferrosas 8,7% e de vidro 3,5% (SNIS, 2022).

Para o cálculo da geração per capita de resíduos para a coleta de recicláveis, Tabela 98, estimou-se que a população urbana cresceu linearmente entre os Censos de 2010 e 2022.

Tabela 98: Geração per capita de resíduos da coleta de recicláveis.

Ano	População atendida (hab)	Quantidade (tonelada)			Per capita (kg/hab.dia)
		Anual	Mensal	Diário	
<b>2019</b>	29.698	350,9	29,2	0,96	0,032
<b>2020</b>	29.632	357,6	29,8	0,98	0,033
<b>2021</b>	29.566	257,4	21,4	0,71	0,024
<b>Média</b>	29.632	322,0	26,8	0,88	0,030

Fonte: Elaborado a partir de SANEFRAI (2022).

#### 9.2.2.4. Custos

Os custos vigentes da coleta seletiva e transporte até a triagem dos resíduos recicláveis no ano de 2024 são regidos pelo mesmo contrato da coleta convencional, sendo estipulado o valor de R\$ 37.849,78 mensais. Os resíduos triados são, posteriormente, comercializados pela APAFRAI. Conforme contrato entre a associação e a SANEFRAI, uma parcela do valor de venda dos resíduos pela APAFRAI será paga a autarquia para melhorias na Triagem, “inclusive amortização do custo de equipamentos colocados à disposição da CONTRATANTE e/ou aquisição de novos equipamentos, podendo envolver a capacitação dos seus colaboradores e/ou empregados, com a disponibilização de sistema de supletivos educacionais ou programas de educação de jovens e adultos.”

A Tabela 99 apresenta o custo anual do serviço entre os anos de 2018 e 2021.

 Tabela 99: Custo anual do serviço de coleta Seletiva de 2018 a 2021<sup>17</sup>.

Ano	Valor total (R\$)	Valor unitário (R\$/mês)
<b>2018</b>	R\$ 542.839,37	R\$ 45.236,61
<b>2019</b>	R\$ 543.371,69	R\$ 45.280,97
<b>2020</b>	R\$ 584.710,91	R\$ 48.725,91
<b>2021</b>	R\$ 674.928,83	R\$ 56.244,07

Fonte: SANEFRAI (2022).

#### 9.2.2.5. Coleta Informal

De acordo com o Plano Municipal de Assistência Social de Fraiburgo (2021), o levantamento socioeconômico realizado no “reduto dos Papeleiros”, situado no Bairro São José, identificou aproximadamente 43 famílias residentes no local, das quais 31 pessoas estavam envolvidas na coleta de papel. Conforme levantamento, essas

<sup>17</sup> Os valores apresentados para o período de 2018 a 2021 contemplam, além da coleta seletiva e transporte, a operação da unidade de triagem. Serviço que era prestado em regime de terceirização até o último trimestre de 2023.

peças viviam em local inadequado, sem nenhuma forma de organização para desenvolver as atividades de catadores de material reciclável.

Ainda segundo o Plano de Assistência Social, os “papeleiros” não possuíam conhecimento sobre as técnicas adequadas de manuseio e destino para o material recolhido, o qual acabava sendo armazenado ao redor e embaixo dos casebres, prática que favorecia o surgimento de animais peçonhentos ou transmissores de doenças (ratos, baratas, cobras, escorpiões etc.).

A situação no local deu origem a uma ação civil pública no ano de 2020. Para melhorar a situação da área, o Município de Fraiburgo e a SANEFRAI assinaram um Acordo de Não Persecução Cível, no qual se comprometeram a realizar uma série de ações, cita-se: promover a formalização da organização de todos os catadores de materiais recicláveis; fornecer galpão para armazenamento e triagem dos resíduos recicláveis; e tomar medidas para coibir a atividade de coleta e seleção de resíduos recicláveis sem licença ambiental e sanitária.

Como citado anteriormente, a operação da unidade de triagem foi transferida à APAFRAI em novembro de 2023. No entanto, de acordo com informações do Município, nem todos os catadores se associaram à APAFRAI e a prática de armazenamento e seleção de resíduos continua sendo realizada na área.

### **9.2.3. Serviços de limpeza pública**

#### **9.2.3.1. Varrição**

Varrição é o conjunto de procedimentos concernentes à limpeza manual ou mecanizada que se desenvolve em vias e logradouros públicos, abrangendo o arraste, o acondicionamento e o recolhimento ou a sucção dos resíduos comumente presentes em uma faixa de aproximadamente 60 centímetros de largura a partir das sarjetas (meio-fio).

Esses serviços são geridos pela Secretaria de Infraestrutura Urbana, com a execução sendo terceirizada.

#### **9.2.3.2. Serviços de Capina, Poda e Jardinagem**

O serviço de capina consiste na remoção de espécies vegetais que prejudiquem o aspecto urbanístico das vias públicas.

A poda de árvores consiste no corte e recolhimento dos galhos em espaços públicos, calçadas e canteiros centrais de vias urbanas. Estes serviços estão sob responsabilidade da Secretaria de Infraestrutura Urbana, sendo sua execução terceirizada. Após a realização dos serviços, os resíduos de podas são encaminhados para a uma área no mesmo terreno da unidade de triagem de resíduos recicláveis. No local, a SANEFRAI conta com um triturador (Figura 194) para reduzir o volume destes resíduos.

Figura 194: Triturador de galhos – SANEFRAI – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Uma parte do material triturado é utilizado como adubo e para recobrir o solo em área de plantio de árvores (Figura 195), com objetivo de manter umidade e reduzir o carregamento de sedimentos. Os resíduos excedentes são encaminhados para o aterro sanitário.

Figura 195: Área de deposição do resíduo triturado no mesmo terreno da Unidade de Triagem – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

O serviço de jardinagem consiste em: plantio de árvores, replantio de flores, roçadas, capina e atividades gerais para a manutenção e embelezamento das praças e dos trevos da cidade. Estes serviços também estão sob responsabilidade da Secretaria de Infraestrutura Urbana e tem sua prestação realizada por empresas terceiras.

#### **9.2.4. Resíduos dos serviços de saúde (RSS)**

Há uma grande quantidade de materiais que compõem os resíduos sólidos urbanos considerados perigosos, entre os quais estão os resíduos dos serviços de saúde (RSS), que podem causar, se não forem tratados corretamente, muitos problemas de ordem socioambiental.

Os resíduos de serviços de saúde são parte importante do total de resíduos sólidos urbanos, não necessariamente pela quantidade gerada, mas pelo potencial de risco que representam à saúde e ao meio ambiente.

Os RSS são classificados em função de suas características e consequentes riscos que podem acarretar ao meio ambiente e à saúde. A classificação dos RSS vem sofrendo um processo contínuo de evolução, na medida em que são introduzidos novos tipos de resíduos nas unidades de saúde e com o resultado do conhecimento do comportamento destes perante o meio ambiente e a saúde, como forma de

estabelecer uma gestão segura com base nos princípios da avaliação e gerenciamento dos riscos envolvidos na sua manipulação.

De acordo com a RDC ANVISA no 306/04 e Resolução CONAMA no 358/05, os RSS são classificados em cinco grupos: A, B, C, D e E.

Grupo A - engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras.

Grupo B - contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Ex: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros.

Grupo C - quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia etc.

Grupo D - não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Ex: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas etc.

Grupo E - materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares.

As Secretarias Municipais de Saúde são, em geral, as responsáveis pelo Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde dos estabelecimentos públicos.

A Resolução CONAMA nº 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, em seu art 4º define que: os geradores de resíduos de saúde, em operação ou a serem implantados, devem elaborar e implantar o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS).

Em seu art 1º, define os geradores:

Art. 1º Esta Resolução aplica-se a todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para

saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogeries e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares (BRASIL, 2005).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS) é o documento integrante do processo de licenciamento ambiental, e é baseado nos princípios da não geração de resíduos e na minimização da geração de resíduos. Este aponta e descreve as ações relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, reciclagem, tratamento e disposição final, bem como a proteção à saúde pública e ao meio ambiente.

Segundo informações da Secretaria de Saúde, todos os estabelecimentos de saúde públicos do município de Fraiburgo possuem PGRSS simplificado. Há ainda a exigência, por parte da Vigilância Sanitária, dos PGRSS das empresas privadas que possam produzir esse tipo de resíduo.

#### 9.2.4.1. Geração de RSS nos Estabelecimentos Públicos

São apresentados a seguir, os tipos de resíduos gerados em cada unidade de saúde, Tabela 100.

Tabela 100: Tipos de RSS coletados em 2021.

Unidade de Saúde	Tipo de Resíduo				
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D <sup>18</sup>	Grupo E
<b>Centro de Atenção Psicossocial</b>	X	X	Não gera	X	X
<b>Posto de Saúde – São Miguel</b>	X	X	Não gera	X	X
<b>Pronto Atendimento – Salete</b>	X	X	Não gera	X	X
<b>Unidade Básica de Saúde – Nações</b>	X	X	Não gera	X	X
<b>Unidade de Saúde – Macieira</b>	X	X	Não gera	X	X
<b>Unidade de Saúde – São Sebastião</b>	X	X	Não gera	X	X

<sup>18</sup> Os resíduos desse grupo são coletados através da coleta de orgânicos e rejeitos.

Unidade de Saúde	Tipo de Resíduo				
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D <sup>18</sup>	Grupo E
<b>Unidade de Pronto Atendimento - UPA</b>	X	X	Não gera	X	X

Fonte: Elaboração própria.

Com exceção do Centro de Atendimento Psicossocial, todas as unidades públicas geradoras de resíduos da saúde possuíam Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS).

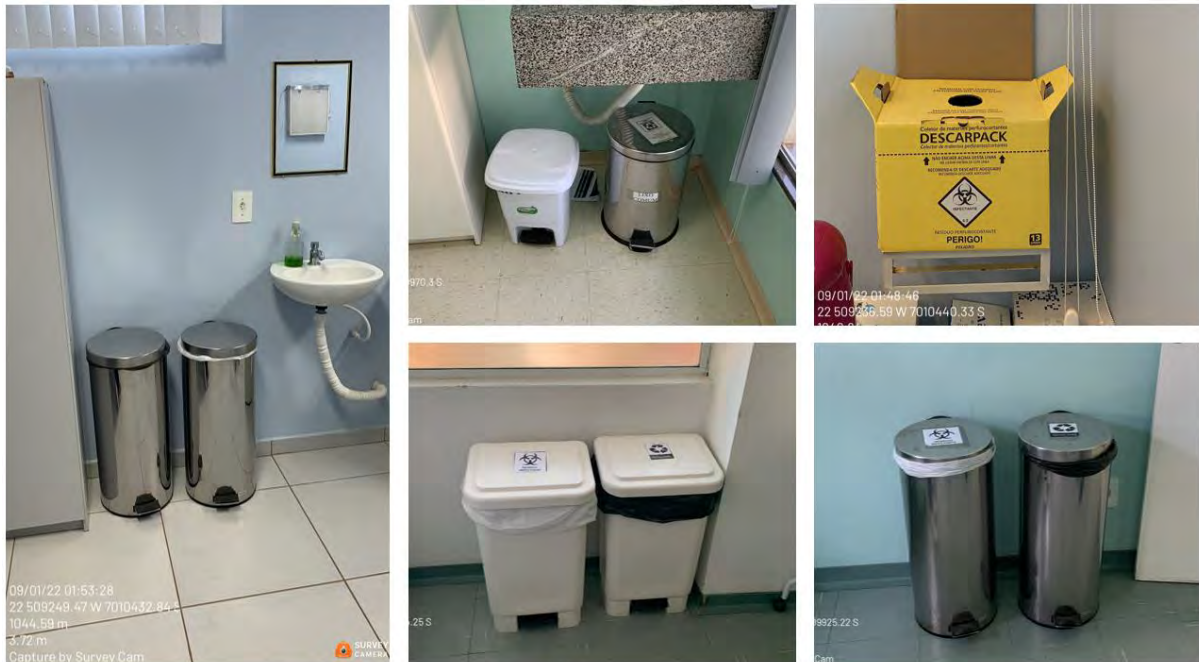
#### 9.2.4.2. Segregação e Acondicionamento dos RSS nos Estabelecimentos Públicos

Nesta etapa da gestão de resíduos, deve ocorrer a separação dos resíduos de acordo com suas características físicas, químicas, biológicas e radiológicas, respeitando o Anexo I da RDC ANVISA nº 222/2018 que dispõe sobre a classificação dos resíduos de serviços de saúde. Após a segregação, os resíduos devem ser acondicionados em sacos devidamente identificados e armazenados em coletores com tampa. Os RSS líquidos devem ser acondicionados em recipientes constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa que garanta a contenção do RSS e identificação conforme o Anexo II da resolução supracitada.

Em relação à segregação e acondicionamento, foi possível observar que todas as Unidades de Saúde utilizam o saco branco leitoso para resíduos do grupo A, saco preto para resíduos do grupo D e recipientes identificados, rígidos, providos com tampa, resistentes à punctura, ruptura e vazamento para os resíduos do grupo E.

Algumas lixeiras não contavam com adesivo de identificação do tipo de resíduo, sendo a identificação realizada exclusivamente pela cor do saco. A Figura 196 apresenta os recipientes utilizados nas unidades de saúde.

Figura 196: Recipientes utilizados para segregação dos RSS – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Alguns resíduos do grupo B (revelador de raio-x e cápsulas de amálgama, Figura 197) não possuem padronização de recipientes para descarte.

Figura 197: resíduos do revelador de raio-x e cápsulas de amálgama – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

As caixas para entrega pela população de medicamentos vencidos são padronizadas, Figura 198. Os sacos utilizados, contudo, variavam entre preto e branco

leitoso. Não era feita, em nenhuma unidade, a segregação entre medicamentos líquidos e sólidos

Figura 198: Caixas padronizadas destinadas ao recolhimento de medicamentos vencidos – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A utilização de sacos característicos de outros grupos de resíduos (branco do Grupo A e Preto do resíduo comum) para os medicamentos pode ocasionar confusão no momento da coleta e do tratamento dos resíduos da saúde. No dia da visita nenhuma das unidades gerava resíduos do grupo C.

Quanto aos abrigos externos das unidades, destaca-se a unidade de saúde do bairro São Sebastião, que não contava com abrigo e as bombonas de resíduos eram dispostas ao ar livre, em frente à unidade (Figura 199).

Figura 199: Bombonas da unidade de saúde do bairro São João sem abrigo externo – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Além da Unidade de Saúde de São Sebastião, foram verificados problemas de menor grandeza nos abrigos das unidades Vila Salete (telas das janelas rasgadas), Nações (ventilação precária e falta de iluminação), Macieira (falta de identificação, ventilação, iluminação e ralo) e da UPA (falta de ventilação e iluminação).

#### 9.2.4.3. Coleta, Transporte e Destinação Final dos RSS de Estabelecimentos Públicos

As coletas dos resíduos da saúde dos estabelecimentos públicos são realizadas pela empresa Servioeste. De acordo com o contrato assinado, é responsabilidade da empresa os serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final adequado dos Resíduos de Saúde produzidos pelos serviços de saúde municipais. A frequência de coleta nas unidades de saúde municipais é semanal

Segundo informações da obtidas na visita técnica, a pesagem dos resíduos ocorre no momento de coleta, sendo realizada pela própria empresa contratada. Não foi fornecido o contrato atual de prestação para maiores avaliações.

Não foi possível, com base nas informações repassadas pela prefeitura, determinar o quantitativo médio mensal coletado pela Servioeste, uma vez que os dados fornecidos apresentam unidades de medida distintas ao longo do ano de 2021 (litros para os meses de janeiro a setembro e bombona para os meses de outubro a dezembro).

O município informou ao SNIS que, no ano de 2021, foram geradas e destinadas 51,3 toneladas de resíduos sólidos da saúde por meio do contrato com a Servioeste, sediada em Chapecó/SC. O custo do município em 2021 para coleta e destinação dos RSS foi de 68.767,44 reais.

#### 9.2.4.4. Coleta, Transporte e Destinação Final dos RSS de Estabelecimentos Privados

O plano de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde é exigido pela Vigilância Sanitária Municipal a todos os empreendimentos que produzam este tipo de resíduo. Além do PGRSS, os empreendimentos também devem apresentar os

certificados de destinação emitidos pelas empresas contratadas. Não há informações sobre as quantidades geradas destes resíduos pelas instituições privadas.

### 9.2.5. Resíduos domiciliares especiais

São considerados resíduos domiciliares especiais: óleo vegetal usado, pneus, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, volumosos e resíduos eletroeletrônicos.

#### 9.2.5.1. Resíduos/Logística Reversa

Em 2010, a Lei Federal nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que, em seu art. 33, estabelece:

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

[...]

§ 3º Sem prejuízo de exigências específicas fixadas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS, ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos a que se referem os incisos II, III, V e VI ou dos produtos e embalagens a que se referem os incisos I e IV do caput e o § 1º tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, consoante o estabelecido neste artigo, podendo, entre outras medidas:

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;

II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos de que trata o § 1º.

§ 4º Os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens a que se referem os incisos I a VI do caput, e de outros produtos ou embalagens objeto de logística reversa, na forma do § 1o.

§ 5º Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos na forma dos §§ 3º e 4º.

§ 6º Os fabricantes e os importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sisnama e, se houver, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

§ 7º Se o titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregar-se de *atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens a que se refere este artigo*, as ações do poder público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes.

§ 8º Com exceção dos consumidores, todos os participantes dos sistemas de logística reversa manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente e a outras autoridades informações completas sobre a realização das ações sob sua responsabilidade (BRASIL, 2010).

Dessa forma, a Lei estabelece que os responsáveis pela coleta e pela destinação final dos resíduos eletrônicos, pneus, pilhas e baterias, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes são os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes destes produtos, podendo o poder público participar do sistema desde que remunerado para tal função.

Atualmente, o município dispõe de um ponto de entrega voluntária para resíduos eletrônicos, pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes, óleo de cozinha, podas de árvores e móveis, localizado no mesmo terreno da Central de Triagem, na Avenida Caçador, no bairro Jardim América. Há, ainda, um PEV para o descarte de lâmpadas instalado na unidade de atendimento da SANEFRAI, na Rua Nereu Ramos, 1061, no bairro Centro.

Segundo informações da SANEFRAI, os pneus, lâmpadas, pilhas, baterias e resíduos eletrônicos recebidos nos pontos de entrega atualmente estão sendo destinados através do Programa Penso, Logo Destino lançado e mediado pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA/SC).

#### 9.2.5.2. Resíduos Volumosos

Os resíduos sólidos volumosos (RSV) consistem basicamente por material volumoso não removido pela coleta de resíduos regular, como móveis e equipamentos domésticos inutilizados (mesa, sofá, cadeira, geladeira etc.), grandes embalagens, peças de madeira, resíduos de podas, entre outros. Os RSV são em função de suas características, normalmente considerados de baixa periculosidade, sendo o principal

impacto ambiental destes referentes aos grandes volumes gerados e ocupados nos aterros para onde são destinados (ITO & COLOMBO, 2019).

O município dispõe de sistema de coleta programado para estes resíduos, assim como permite que o resíduo seja levado até o local de armazenagem, no centro de triagem (Figura 200). Além disso, o município também realiza coletas por demanda.

Os resíduos volumosos coletados pela Prefeitura, assim como os entregues pela população no centro de triagem, são processados para redução de volume e, posteriormente, enviados ao aterro sanitário municipal.

Nos anos de 2020 e 2021, foram destinados, em média, 115,5 m<sup>3</sup> de resíduos volumosos.

Figura 200: Área destinada ao acúmulo de resíduos volumosos – em 01/2022.



Fonte: Acervo próprio.

### 9.2.6. Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços

O art.13 da Lei Federal nº 12.305/2010 estabelece que:

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I - Quanto à origem:

[...]

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do **caput**, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal (BRASIL, 2010).

Em 2023, o Decreto Municipal nº 977, de 03 de outubro de 2023, regulamentou o art. 13 da Lei Federal, definindo as normas de apresentação dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS. Quanto aos estabelecimentos comerciais, o decreto prevê em seu art. 1º que:

§ 2º Ficam dispensadas de apresentar o plano de gerenciamento de resíduos sólidos as microempresas e as empresas de pequeno porte a que se referem os incisos I e II do caput do art. 3º da Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, que gerem somente resíduos sólidos domiciliares ou, nos termos do disposto no parágrafo único do art. 13 da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que gerem resíduos sólidos equiparados aos resíduos sólidos domiciliares até o volume de 200 (duzentos) litros por empreendimento por dia (FRAIBURGO, 2023).

Os estabelecimentos comerciais que não se enquadram na classificação do § 2º do art. 1º deverão, conforme estabelecido pelo Decreto, promover, de forma direta ou indireta, a coleta, o transporte e a destinação final adequada dos seus resíduos, assegurando que seja realizada de maneira ambientalmente responsável, sendo “vedada a utilização da coleta seletiva municipal para o transporte de seus resíduos recicláveis, salvo termos de convênio, contrato ou similares previstos em legislação, mediante o pagamento do preço público” (FRAIBURGO, 2023).

### **9.2.7. Resíduos da construção civil**

Resíduos da construção civil são os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

As resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA nº 307/2002, CONAMA nº 431/2011 e CONAMA nº 448/2012) são os instrumentos legais determinantes no quesito dos resíduos da construção civil. Estas resoluções definem quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto à geração e destinação destes.

Os resíduos, conforme as referidas resoluções, são classificados em:

Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;

Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Geradores são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos; os transportadores são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.

É pressuposto destas resoluções que a responsabilidade pela adequada destinação dos resíduos é do gerador, cabendo aos demais participantes da cadeia de manejo e destinação final, responsabilidade solidária no âmbito de sua participação e, ao poder público, o papel de disciplinar e fiscalizar as atividades dos agentes privados.

Um modo dos geradores assumirem responsabilidade é a cobrança de elaboração de Projetos de Gerenciamento dos Resíduos gerados no canteiro, que passariam a ser obrigatórios e deveriam ser apresentados ao poder público no processo de aprovação do projeto de qualquer empreendimento que envolvesse atividade de construção civil. Ao final do empreendimento, na concessão de habite-se, deve o empreendedor comprovar que realizou a destinação conforme apresentado no projeto de gerenciamento de resíduos.

Devido à necessidade de implementar diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil e considerando que a disposição de resíduos da construção civil (RCC) em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental, o poder público municipal no cumprimento do papel de disciplinar o gerenciamento, deve elaborar um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil conforme preveem estas Resoluções.

Neste plano, devem ser estabelecidos os procedimentos para o exercício das responsabilidades dos geradores, transportadores e receptores de Resíduos de Construção Civil, em conformidade com a legislação ambiental específica (CONAMA no 307/2002 e 448/2012), como segue:

Art 6º Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores;"

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e reservação de resíduos e de disposição final de rejeitos;"

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

[...]

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses, a partir da publicação desta Resolução, para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Municipais de Gestão de Resíduos de Construção Civil, que deverão ser implementados em até seis meses após a sua publicação (BRASIL, 2002).

Sendo assim, o município deve elaborar seu Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e junto com este indicar áreas possíveis para o recebimento, triagem e destinação final dos materiais, no entanto não é de sua responsabilidade o licenciamento e operação destes locais.

Segundo informações da SANEFRAI, os resíduos da construção civil em Fraiburgo são coletados e destinados em um local específico dentro da área do aterro sanitário.

### 9.2.8. Receitas x Custos

A Lei Federal nº 11.445/2007, estabelece que os serviços públicos de saneamento básico devem ser prestados em regime de eficiência e sustentabilidade econômica, ou seja, com taxas que cubram os custos e garantam os investimentos para a prestação dos serviços adequadamente.

A Lei Municipal nº 53/2003 dispõe sobre o sistema de receita municipal e as normas gerais de direito tributário aplicáveis ao município de Fraiburgo. Uma das taxas previstas é a taxa de serviço de coleta e de remoção de lixo urbano. Conforme o artigo 307º da Lei:

A Taxa de Serviço de Coleta e de Remoção de Lixo - TSC será calculada através da divisão do CT - Custo Total com a Respectiva Atividade Pública Específica com o STUAI - Somatório Total das Unidades de Intervenção, de Utilidade ou de Necessidade Pública, conforme a fórmula abaixo:  
 $TSC = CT : STUAI$  (FRAIBURGO, 2003).

Os valores arrecadados pela Prefeitura Municipal, nos anos de 2018 a 2021, referentes a taxa de coleta de lixo são apresentados na Tabela 101.

Tabela 101: Arrecadação - Taxa de coleta de lixo.

Ano	Valor total(R\$)
2018	2.397.467,96
2019	2.663.753,85
2020	2.681.862,31
2021	2.955.589,22

Fonte: SANEFRAI (2022)

Assim, comparando a arrecadação e os custos nos anos de 2018 a 2021, Tabela 102, observa-se que a prestação dos serviços pela administração pública não possui sustentabilidade econômica, comprometendo a saúde financeira do município.

Tabela 102: Relação Receitas x Custos com o manejo de resíduos domiciliares urbanos e coleta seletiva.

Ano	2018	2019	2020	2021
<b>Despesa coleta convencional (R\$)</b>	1.125.309,56	1.018.220,88	1.106.429,69	1.301.287,41
<b>Despesa coleta seletiva (R\$)</b>	348.564,32	225.493,31	243.206,16	275.484,91
<b>Transporte do rejeito (R\$)</b>	194.275,05	94.441,32	101.460,67	126.496,56
<b>Operação da usina</b>	0,00	223.437,06	240.044,08	272.947,36
<b>Varição terceirizada (R\$)</b>	66.885,31	0,00	135.647,13	266.735,03
<b>Despesas e investimentos usina de triagem (R\$)</b>	122.520,38	78.730,54	180.056,08	498.140,29
<b>Despesas administrativas, frota, operação e ampliação do aterro sanitário (R\$)</b>	445.843,51	672.245,25	689.790,54	813.282,25
<b>Despesas rateio gestão administrativa</b>	307.622,46	310.871,04	118.522,75	103.529,92
<b>Despesa total (R\$)</b>	2.611.020,56	2.623.439,39	2.815.157,11	3.657.903,73
<b>Receitas (R\$)</b>	2.397.467,96	2.663.753,85	2.681.862,31	2.955.589,22
<b>Resultado (R\$)</b>	-213.552,63	40.314,46	-133.294,80	-702.314,51

Fonte: SANEFRAI (2022).

### 9.2.9. Ouvidoria

O município é o titular dos serviços, dessa forma, cabe a ele o exercício da Ouvidoria, que deve ser centralizada em um setor específico, para assim, avaliar, acompanhar e fiscalizar os serviços públicos prestados pela municipalidade. Hoje a ouvidoria sobre coleta e limpeza urbana é realizada pela Controladoria Interna do Município.

### 9.2.10. Programas e ações de conscientização ambiental

O Município criou em março de 2021, por meio da SANEFRAI, o programa “saco verde”, a partir do qual buscou elevar os totais coletados na coleta seletiva. O programa consiste na distribuição de sacos de 100 litros na cor verde para destinação de resíduos recicláveis. O programa elevou o índice da coleta seletiva de 2,5% para 6,5% em dois meses, o que demonstra o engajamento da população em torno da iniciativa.

Há instituído também o Programa de coleta de Óleo de Cozinha Usado, que consiste na entrega do produto usado nos Pontos de Entrega Voluntários espalhados pelo Município (Posto Maçã, Posto Tio Rui, Posto Portal Diesel, Posto São Miguel, Escolas da rede estadual e municipal, Unidades da SANEFRAI). O resíduo coletado

é encaminhado para a Unidade de Saneamento Ambiental no bairro Jardim América e, posteriormente, destinado à empresa NutriSeara, que reutiliza o óleo na fabricação de biodiesel.

Além do programa Saco Verde e da coleta de óleo de cozinha usado, o município desenvolve algumas ações de conscientização ambiental nas escolas municipais, em parceria com empresas e associações da região, com intuito de instruir os estudantes e seus pais quanto à importância da segregação e destinação correta dos resíduos, além de inserções publicitárias em jornais, revistas, rádios e mídias sociais.

### 9.3. AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2012 E SUAS PROPOSTAS DE INVESTIMENTOS

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Fraiburgo do ano de 2012 faz a apresentação das “Metas referentes aos serviços de limpeza pública”, sendo relacionadas abaixo cada meta e atribuído um comentário sobre as atitudes tomadas pelos responsáveis até o momento.

1. Manter a cobertura do sistema de coleta dos resíduos sólidos domiciliares (urbanos), convencional e seletiva em 100 %.

Comentários: Meta atendida.

2. Manter o per capita máximo admitido abaixo de 0,65 kg/hab/dia

Comentários: Meta atendida.

3. O Índice de Qualidade da Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares – IQCRSD deverá ser calculado mensalmente a partir de princípios estatísticos que privilegiam a regularidade na prestação do serviço.

Comentários: Não implantado, sem previsão para implantação.

4. Realização de estudo gravimétrico.

Comentários: Não foi realizado.

5. Processo de coleta de dados e de pesquisa junto aos usuários do serviço e à fiscalização.

Comentários: Não foi implantado o projeto, sem previsão para implantação.

6. Realização de campanhas Informativas e de Conscientização Socioambiental.

Comentários: Meta atendida. Existam no municípios campanhas de conscientização como a iniciativa do saco verde para coleta de recicláveis, programa de coleta de óleo e utilização de autôfalantes nos caminhões de coleta para divulgação de informativos sobre a coleta de resíduos.

7. Programa de Inserção dos Catadores na Coleta Seletiva.

Comentários: Meta atendida. A partir de 2023, a Associação de Papeleiros de Fraiburgo – APAFRAI passou a operar a unidade de triagem de resíduos.

8. Implantação de unidade de compostagem.

Comentários: Não foi implantada.

9. Ampliação do aterro sanitário.

Comentários: Aterro está em processo de licenciamento da expansão.

10. Renovação/Obtenção de Licenças Ambientais.

Comentários: Foi solicitada renovação das licenças

11. Universalização dos Serviços de Limpeza Pública.

Comentários: Demanda atendida.

12. Coleta e tratamento de 100% dos resíduos provenientes da varrição, capina, poda, entre outros.

Comentários: Demanda Atendida – O atendimento na área urbana permanece 100%.

13. Manutenção do Programa de Coleta de óleo de cozinha.

Comentários: Demanda atendida.

14. Criar legislação específica que torne obrigatória a implantação de programa de coleta do óleo nas empresas que trabalham com refeições, bares e restaurantes e que manuseiam óleos vegetais de cozinha, bem como o procedimento de fiscalização envolvendo as atribuições e frequência de controle.

Comentários: Demanda não atendida.

15. Realizar campanhas de fiscalização quanto ao correto destino de Pilhas, Baterias, Lâmpadas Fluorescentes, Pneus, Produtos Eletrônicos e Embalagens de Agrotóxicos.

Comentários: Demanda atendida. Há ponto de entrega voluntária desses materiais.

16. Levantamento de todas as empresas instaladas no município e que devam se enquadrar às diretrizes de logística reversa e a partir deste cadastro, criar mecanismos através de legislação municipal que vise assegurar a implantação da logística reversa.

Comentários: Demanda não atendida.

17. Os resíduos dos serviços de saúde deverão ser coletados e tratados de forma ambientalmente correta e segura em 100% dos estabelecimentos de saúde do município.

Comentários: Demanda atendida.

18. Operacionalizar adequadamente os resíduos gerados por unidades de saúde municipais e fiscalizar o gerenciamento dos resíduos de terceiros.

Comentários: Demanda parcialmente atendida.

19. Elaboração do Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS) de todos os estabelecimentos geradores deste tipo de resíduos.

Comentários: Demanda atendida parcialmente, uma vez que o Centro de Atenção Psicossocial não conta com PGRSS.

20. A Vigilância Sanitária deverá solicitar quando da renovação do Alvará Sanitário dos estabelecimentos que geram RSS, cópia do Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde

Comentários: Demanda atendida. Vigilância tem acesso por meio de sistema eletrônico.

21. Os resíduos da construção civil devem ser coletados em 100% da área do município e dispostos de maneira ambientalmente correta, cabendo a Administração municipal o gerenciamento, quando os resíduos são de sua responsabilidade, ou a fiscalização, quando resíduos de terceiros.

Comentários: Demanda atendida.

22. Projeto de uma unidade de recebimento, triagem e beneficiamento dos RCC.

Comentários: Demanda atendida parcialmente. Atualmente não ocorre triagem e beneficiamento, apenas o recebimento e aterro.

23. As empresas que atuam no ramo da construção civil, bem como empresas privadas que realizam a coleta, chamadas comumente de “papa-entulho”, deverão elaborar seu Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção civil, conforme estabelece a Lei Federal nº 12.305/2010.

Comentários: Demanda não atendida.

24. Elaborar/atualizar cadastro dos geradores sujeitos a elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Comentários: Demanda não atendida.

#### 9.4. PROGNÓSTICO

Prognóstico é uma previsão baseada em fatos ou dados reais e atuais, que pode indicar o provável estágio futuro de um processo. Neste item é apresentado o prognóstico para a gestão de resíduos sólidos em Fraiburgo.

##### 9.4.1. Estimativa de resíduos - coleta convencional

Para a projeção da população atendida pela coleta convencional, considerou-se a manutenção do atendimento de 100% da população urbana durante todo o período de planejamento. Para a população rural, assumiu-se que o atendimento crescerá gradualmente até atingir 100% até 2033.

Para a estimativa das quantidades de resíduos a serem coletados por meio da coleta convencional, utilizou-se o valor per capita médio de 0,566 kg/hab.dia calculado no diagnóstico.

A Tabela 103 apresenta a estimativa da quantidade de resíduos a serem coletados por meio da coleta convencional durante o horizonte de projeto.

Tabela 103: Estimativa da quantidade de resíduos a serem coletados por meio da coleta convencional durante o horizonte de projeto.

Ano	População Urbana atendida (hab)	Projeção de geração urbana (t)	População rural atendida (hab)	Projeção de geração rural (t)	População total atendida (hab)	Projeção de geração total (t)
2025	29.500	6.091	1.115	230	30.615	6.322
2026	29.500	6.091	1.443	298	30.943	6.389
2027	29.500	6.091	1.771	366	31.271	6.457
2028	29.500	6.091	2.100	434	31.600	6.525
2029	29.500	6.091	2.428	501	31.928	6.593
2030	29.500	6.091	2.756	569	32.256	6.660
2031	29.500	6.091	3.084	637	32.584	6.728
2032	29.500	6.091	3.412	705	32.912	6.796
2033	29.500	6.091	3.740	772	33.240	6.864
2034	29.500	6.091	3.719	768	33.219	6.859
2035	29.500	6.091	3.697	763	33.197	6.855
2036	29.500	6.091	3.676	759	33.176	6.850
2037	29.500	6.091	3.656	755	33.156	6.846
2038	29.500	6.091	3.635	751	33.135	6.842
2039	29.500	6.091	3.614	746	33.114	6.838
2040	29.500	6.091	3.594	742	33.094	6.833
2041	29.500	6.091	3.573	738	33.073	6.829
2042	29.500	6.091	3.553	734	33.053	6.825
2043	29.500	6.091	3.533	730	33.033	6.821
2044	29.500	6.091	3.513	725	33.013	6.817

Fonte: Elaboração própria.

#### 9.4.2. Estimativa de resíduos – coleta recicláveis

Em comparação com outros municípios, Fraiburgo apresenta alta adesão ao sistema formal de coleta seletiva de resíduos recicláveis, com o sistema do saco verde bem consolidado e campanhas constantes utilizando autofalantes nos carros de coleta. Ressalta-se que, independentemente da forma de coleta (sistema porta a porta, PEVs – Pontos de Entrega Voluntária, e/ou catadores), a coleta seletiva é essencial para a redução dos resíduos sólidos urbanos destinados ao aterro. Sua eficiência, no entanto, depende de políticas e programas que sensibilizem a população, conscientizando-a sobre seu importante papel no processo de separação dos resíduos.

Para a projeção da população atendida, considerou-se a continuidade do atendimento de 100% da população urbana. Para a área rural, assumiu-se um crescimento gradual da população atendida, atingindo 100% da população em 2033.

Para estimar as quantidades de resíduos a serem coletados pela coleta seletiva, utilizou-se a produção per capita média calculada no diagnóstico, assumindo que esta permanecerá constante ao longo de todo o período de planejamento e será a mesma para a população da zona rural, onde ainda não existe coleta.

A projeção da população atendida e a quantidade de resíduos a serem recolhidos através da coleta seletiva estão apresentadas na Tabela 104.

Tabela 104: Projeção da quantidade de resíduos a serem recolhidos pela coleta de recicláveis.

Ano	População Urbana atendida (hab)	Projeção de geração urbana (t)	População rural atendida (hab)	Projeção de geração rural (t)	População total atendida (hab)	Projeção de geração total (t)
2025	29.500	321	416	5	29.916	325
2026	29.500	321	831	9	30.331	330
2027	29.500	321	1.247	14	30.747	334
2028	29.500	321	1.662	18	31.162	339
2029	29.500	321	2.078	23	31.578	343
2030	29.500	321	2.493	27	31.993	348
2031	29.500	321	2.909	32	32.409	352
2032	29.500	321	3.324	36	32.824	357
2033	29.500	321	3.740	41	33.240	361
2034	29.500	321	3.719	40	33.219	361
2035	29.500	321	3.697	40	33.197	361
2036	29.500	321	3.676	40	33.176	360
2037	29.500	321	3.656	40	33.156	360
2038	29.500	321	3.635	39	33.135	360
2039	29.500	321	3.614	39	33.114	360
2040	29.500	321	3.594	39	33.094	360
2041	29.500	321	3.573	39	33.073	359
2042	29.500	321	3.553	39	33.053	359
2043	29.500	321	3.533	38	33.033	359
2044	29.500	321	3.513	38	33.013	359

Fonte: Elaboração própria.

### 9.4.3. Valorização dos resíduos orgânicos

Os resíduos orgânicos constituem uma parcela significativa dos resíduos gerados pela população de Fraiburgo. Buscar a sua valorização é um importante passo para a otimização dos serviços públicos de coleta e para a redução da quantidade de resíduos enviados ao aterro sanitário.

Um passo importante para a valorização desses resíduos é a promoção da compostagem domiciliar, por meio de campanhas de educação ambiental, que contemplem a realização de oficinas e a disseminação de informações, seja de forma digital ou física, sobre técnicas adequadas para a execução desse processo nas residências. A compostagem domiciliar, além de contribuir para a redução dos custos de coleta, propicia a valorização dos resíduos.

Projetos de compostagem deverão também ser implementados nas escolas, visando à destinação apropriada dos resíduos orgânicos provenientes dessas instituições. Tais iniciativas buscam conscientizar os alunos sobre os problemas associados aos resíduos e apresentar a possibilidade de tratamento e valorização desses materiais.

Ressalta-se que os processos de compostagem foram eleitos como a principal alternativa para a valorização dos resíduos orgânicos neste plano devido à sua simplicidade e facilidade de implementação. Contudo, outros métodos de valorização, como a biodigestão e a incineração, poderão ser considerados pelo município caso se revelem viáveis nos aspectos ambientais, técnicos e econômicos.

Quanto aos resíduos provenientes da poda de árvores e roçada dos serviços públicos de limpeza urbana, esses são essencialmente orgânicos e ricos em carbono. Portanto, é importante que esses resíduos recebam uma destinação distinta dos demais resíduos provenientes dos serviços de limpeza urbana.

#### **9.4.4. Integração dos catadores de materiais recicláveis**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) destaca a necessidade de os municípios priorizarem a inclusão de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis organizados em associações e cooperativas no sistema de coleta seletiva. Apesar da relevância desses trabalhadores, muitos deles operam de maneira individual ou em grupos familiares, sem acesso a equipamentos de segurança e ambientes apropriados para a separação e armazenamento dos materiais coletados (LUTINSKI e SOUZA, 2009).

Essa situação expõe os trabalhadores a diversos riscos, como o contato com resíduos de embalagens químicas, fungos e bactérias presentes em embalagens contaminadas, sobras de alimentos misturadas com materiais recicláveis, infecção por contato direto com vetores de doenças (ratos, insetos etc.), acidentes com resíduos perfurocortantes, atropelamentos durante o transporte dos resíduos pelas vias, entre outros (GUTBERLET *et al.*, 2016).

Desde novembro de 2023, o Município já vem atuando junto a esses trabalhadores, tendo auxiliado na formação da Associação de Papeleiros de Fraiburgo (APAFRAI), para a qual repassou a operação da unidade de triagem.

Para garantir a continuidade da associação a longo prazo, recomenda-se que o poder público busque parcerias com instituições de ensino técnico ou superior que possam oferecer educação financeira aos trabalhadores.

## 9.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Foram identificadas inconsistências nas informações fornecidas para a revisão deste plano, o que indica a necessidade de aprimoramento dos procedimentos operacionais e de controle, a fim de assegurar o acompanhamento adequado dos serviços prestados pelo Município e por terceiros.

A prestação da maior parte dos serviços de saneamento básico pelo Município representa, ao mesmo tempo, uma oportunidade e uma fragilidade na gestão. Embora a gestão direta permita, em teoria, um maior controle sobre a qualidade do serviço e uma compreensão mais aprofundada do sistema e suas vulnerabilidades, a qualidade do serviço pode ser comprometida caso a equipe responsável não conte com a quantidade e a qualificação necessárias para realizar adequadamente todas as etapas do processo sob sua responsabilidade.

Como conclusões deste diagnóstico e prognóstico, para o estabelecimento de prioridades de ação e investimentos nos programas e projetos que serão objeto de detalhamento em etapa posterior deste Plano, destacam-se as recomendações que seguem:

1. Definir procedimento de controle e pesagem para os resíduos de limpeza pública;

2. Aprimorar o processo de controle e pesagem dos resíduos provenientes da coleta convencional e da coleta seletiva, garantindo o registro separado da pesagem dos resíduos gerados nas áreas urbana e rural;
3. Manter o controle para todas as unidades integradas ao sistema público de manejo e destinação final de resíduos sólidos, no que tange as Licenças Ambientais pertinentes e o cumprimento das condicionantes de validade;
4. Estabelecer manual de procedimentos operacionais (como realizar determinadas operações, por exemplo, a condução das coletas, a condução da varrição e da poda, a atuação em equipe etc.) e a especificação mínima de equipamentos e pessoal envolvidos nas operações (quantidade, idade de frota, materiais de segurança etc.);
5. Aprimorar o sistema de coleta de resíduos volumosos, com frequência adequada a realidade do município, disponibilizando a coleta por demanda (paga) e pontos para entrega voluntária;
6. Revisar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;
7. Elaborar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em conformidade com as Resoluções CONAMA nº 307/2002 e 448/2012. Avaliar a possibilidade de criação de locais para entrega voluntária de pequenos volumes de resíduos da construção civil;
8. Dar continuidade aos programas de educação ambiental, em especial nas escolas, divulgando informações que conscientizem sobre a importância da separação dos resíduos e auxiliem nesse processo;
9. Realização de treinamento anual para capacitação dos servidores envolvidos na gestão e operação dos serviços de manejo de resíduos sólidos;
10. Realizar estudo gravimétrico de resíduos de forma a conhecer o percentual dos resíduos e sua composição, a qual demonstra o percentual de cada componente em análise em relação ao peso total da amostra;
11. Executar as melhorias necessárias no armazenamento e segregação dos resíduos de saúde apontados no diagnóstico;
12. Estabelecer sistemática de controle de pesagem dos resíduos da saúde;
13. Adequar, no processo de renovação da licença ambiental do aterro sanitário, o quantitativo de resíduos a ser disposto diariamente;
14. Dar continuidade ao monitoramento do aterro sanitário, avaliando constantemente possíveis mudanças que possam indicar falhas no sistema de

impermeabilização do fundo ou no sistema de drenagem e tratamento de chorume, a fim de assegurar a eficiência e a segurança ambiental;

15. Providenciar melhorias nos pontos destacados no diagnóstico do aterro sanitário (material de recobrimento, queima ou tratamento dos gases, instalação de sistema de drenagem e melhoria/ adequação da ETE);
16. Implementar ações de conscientização e pontos de entrega para viabilizar e incentivar a logística reversa no município;
17. Ampliar os serviços de coleta, visando a universalização no atendimento; e
18. Fomentar a compostagem domiciliar, disponibilizando materiais e promovendo oficinas junto à comunidade.

## 10. DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Este relatório apresenta a Revisão do Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais (Produto 05), parte integrante da 1ª Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Fraiburgo, desenvolvido conforme Proposta de Empenho 121/2020 firmada entre o Município e o Consórcio Interfederativo Santa Catarina – CINCATARINA.

Este documento traz informações sobre a situação do sistema de drenagem urbana do município de Fraiburgo e apresenta recomendações para a solução das deficiências encontradas.

### 10.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

#### 10.1.1. Impactos da urbanização

O desenvolvimento das cidades, frequentemente, está relacionado à substituição de ambientes naturais ou seminaturais por ambientes construídos, com o direcionamento das águas pluviais e dos esgotos para os corpos d'água adjacentes aos canais de drenagem (HAUGHTON; HUNTER, 1994 apud BENINI; MEDIONDO, 2015). Como consequência, o balanço hídrico é afetado, as superfícies, que antes eram superfícies naturais, tornam-se impermeáveis e impedem a infiltração de água no solo, gerando o aumento do fluxo de águas superficiais e a redução da recarga dos aquíferos. A urbanização de forma desordenada, sem planejamento de ocupação, impacta gravemente no ciclo hidrológico, por ocasionar alterações na drenagem, aumentando a possibilidade de ocorrência de enchentes e deslizamentos, conferindo riscos à saúde e à vida humana (BENINI; MEDIONDO, 2015).

O planejamento urbano, embora envolva fundamentos interdisciplinares, na prática é realizado dentro de um âmbito mais restrito do conhecimento. O planejamento da ocupação do espaço urbano no Brasil, através do Plano Diretor Urbano, não tem considerado aspectos de drenagem urbana e de qualidade da água, os quais podem trazer grandes transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente (PARANÁ, 2002).

Segundo Tucci e Collischonn (1998), conforme as cidades se urbanizam, é comum a ocorrência dos seguintes impactos:

- Aumento das vazões máximas (em até 7 vezes, conforme Leopold, 1968) devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- Aumento da produção de sedimentos devido à desproteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos (lixo);
- Deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto sanitário;
- Contaminação de aquíferos.

Além disso, outros impactos ocorrem devido à forma desorganizada como a infraestrutura urbana é implantada, tais como:

- Pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento;
- Redução de seção do escoamento por aterros;
- Obstrução de rios, canais e condutos por deposição de lixo e sedimentos;
- Projetos e obras de drenagem inadequadas.

Dependendo do uso e do tipo de ocupação do solo é possível que vários poluentes indesejados se misturem às águas pluviais conforme elas escoam. Isso inclui sais e óleos de áreas pavimentadas, fertilizantes e pesticidas de áreas cultivadas, partículas de silte de áreas de vegetação removida, sedimentos carreados de ruas não pavimentadas, resíduos sólidos dispostos inadequadamente, e lançamento irregular de esgotos domésticos. Seguramente, um dos maiores problemas ambientais de contaminação no sistema de drenagem urbana é o lançamento dos efluentes domésticos, tratados em soluções individuais de baixa eficiência, ou até mesmo sem tratamento, nas redes de drenagem.

Áreas hidromórficas, como várzeas e bacias naturais de acomodação, adquiriram proeminência no aspecto ambiental, pois retêm água durante os períodos de maiores precipitações, e sua supressão altera as condições de escoamento das águas pluviais. São benéficas ao ecossistema e particularmente sensíveis a rupturas por causa dos efeitos da urbanização. Um cuidado extra deve ser tomado para identificar, delinear e proteger essas áreas quando estão inseridas ou adjacentes a uma área a ser utilizada para algum tipo de atividade antrópica. Observa-se que a

ausência destes cuidados na ocupação do espaço urbano gera muitos dos problemas atualmente enfrentados pelos sistemas de drenagem urbana e os agravarão tanto em intensidade quanto em extensão, se os modelos de urbanização não forem alterados.

### 10.1.2. O novo e atual conceito de drenagem

Baptista *et al.* (2005) argumentam que as soluções higienistas de drenagem urbana (também denominadas de tradicionais ou clássicas) eram voltadas para obras estruturais (redes de drenagem, galerias, valas e retificações) que buscavam facilitar o escoamento das águas e liberar espaços, transferindo para jusante os problemas com inundação através da construção de novas obras, em geral mais onerosas. Além disso, normalmente as soluções higienistas não contemplam os problemas de qualidade e acarretam situações praticamente irreversíveis de uso do solo urbano e de outros usos dos recursos hídricos, tais como recreação e paisagismo, ao canalizar os córregos, arroios ou rios.

A partir da década de 70 outra abordagem para tratar o problema foi sendo desenvolvida. Trata-se da adoção de técnicas corretivas de drenagem, que procuraram utilizar dispositivos com o objetivo principal de atuar na consequência do problema, priorizando o controle do escoamento por meio de detenções (USEPA, 1999). Esta forma de planejamento da drenagem urbana se baseou nas técnicas de *Best Management Practices* (BMPs), que ganharam grande repercussão e foram muito difundidas e adotadas em todo o mundo para a gestão do escoamento pluvial.

Segundo Marsalek (2005), nas últimas décadas, abordagens mais próximas à sustentabilidade têm sido estudadas, sob as denominações: *Low Impact Development* (LID), nos EUA e Canadá; *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), no Reino Unido; *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), na Austrália; e *Low Impact Urban Design and Development* (LIUDD), na Nova Zelândia. No Brasil, a técnica de LID recebeu a tradução de Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (SOUZA, 2005), sendo mencionada no manual de apresentação de propostas para ampliação de sistemas municipais de drenagem, elaborado pelo Ministério das Cidades. A Tabela 105 apresenta os estágios do desenvolvimento da drenagem urbana em países desenvolvidos.

Tabela 105: Estágios do desenvolvimento sustentável da drenagem urbana nos países desenvolvidos.

Anos	Período	Características
<b>Até 1970</b>	Higienista (Canais)	Transferência para jusante do escoamento pluvial por <u>canalização</u> .
<b>1970 - 1990</b>	Corretivo (Compensatória)	<u>Amortecimento</u> quantitativo da drenagem e controle do impacto existente da qualidade da água pluvial. Envolve principalmente a atuação sobre os impactos.
<b>1990 - Atual</b>	Sustentável (LID)	Planejamento da ocupação do espaço urbano, obedecendo aos mecanismos naturais do escoamento; controle dos micropoluentes, da poluição difusa e o desenvolvimento sustentável do escoamento pluvial, por meio da recuperação da infiltração.

Fonte: Adaptado de Forgiarini *et al.* (2007).

O novo e atual conceito de drenagem vai além da prática tradicional de escoar rapidamente as águas da chuva de uma determinada área, transferindo vazões e problemas para jusante das bacias. O conceito está voltado à sustentabilidade, e agrega uma série de medidas de controle de vazões, estimulando a retenção, a infiltração e o armazenamento de águas pluviais. A drenagem sustentável envolve medidas aplicadas às sub-bacias, na origem das vazões, aumentando a infiltração da água no solo, nas áreas públicas (pavimentos, sarjetas, passeios, jardins, praças, parques e outros equipamentos públicos) e nas unidades imobiliárias, bem como a detenção e a retenção de águas nestes mesmos espaços.

Outra medida é a preservação das áreas verdes, mantendo-as livres da urbanização, pois a supressão de áreas como várzeas e bacias naturais de acomodação das águas alteram as vazões naturais e ampliam as vazões máximas, gerando inundações. Os novos parcelamentos do solo, nos municípios onde a legislação está atualizada aos conceitos de drenagem sustentável, têm como condicionante de aprovação a manutenção das condições de escoamento das águas pluviais na situação existente pré-urbanização, evitando vazões adicionais ao sistema.

Portanto, pela ótica da sustentabilidade, além dos sistemas estruturais necessários, a drenagem urbana agrega um novo conceito de padrão de urbanização que mantém o espaço natural das águas e prioriza medidas que evitam as causas na sua origem.

O termo gestão de águas pluviais refere-se às práticas de engenharia e às políticas regulatórias aplicadas para mitigar os efeitos adversos do escoamento de águas pluviais resultantes de vários tipos de uso e ocupação do solo. Ao longo deste diagnóstico está demonstrada a necessidade de que as soluções aos problemas encontrados em Fraiburgo estejam apoiadas em bons projetos técnicos, e em novos

conceitos de drenagem sustentável e de urbanização, abandonando todas as decisões e soluções não fundamentadas nas boas práticas dos recursos de engenharia disponível.

### **10.1.3. Componentes do sistema de drenagem**

A drenagem é definida pelo escoamento de águas que ocorre em lotes, condomínios e empreendimentos individualizados, estacionamentos, áreas comerciais, parques e passeios, por meio de mecanismos ou de aparelhos apropriados instalados na superfície ou nas camadas subterrâneas.

Os sistemas de drenagem urbana englobam dois subsistemas principais: a microdrenagem e a macrodrenagem.

A *microdrenagem* é definida pelo sistema de condutos pluviais oriundos de loteamentos, ruas, praças ou na rede primária urbana. Os componentes clássicos da microdrenagem são os meios-fios, as sarjetas, as bocas de lobo, os poços de visita, os tubos e conexões, as galerias, os condutores forçados, as estações elevatórias e os sarjetões.

A drenagem sustentável incorpora outros componentes para o controle na fonte e em pequenas áreas, tais como: sistemas de retenção e detenções (cisternas, telhados verdes, escadas d'água) e sistemas de infiltração (pavimentos permeáveis, valos de infiltração, canteiros pluviais, jardins de chuva).

A *macrodrenagem* é definida como sistema de escoamento natural, localizado nos talwegues e nos fundos de vale e é responsável pelo recebimento e condução das águas pluviais da microdrenagem, contando também com estruturas de retenção das águas, estações elevatórias e dissipadores de energia. Para as obras de macrodrenagem sustentável, são incorporadas as bacias de retenção e retenção naturais, a revegetação das margens dos rios, riachos e córregos e a renaturalização dos rios.

### **10.1.4. Drenagem urbana e manejo de águas pluvial**

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, os serviços públicos de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas são “constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, retenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias,

tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes” (BRASIL, 2007).

Assim como no PMSB (2012), neste relatório será adotado o termo “Drenagem” substituindo “*Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas*” na designação das instalações destinadas ao escoamento do excesso de água e também na designação do conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações, aos quais a sociedade está sujeita.

#### **10.1.5. Sistema de Drenagem**

O sistema de drenagem constitui-se em um conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana, sendo basicamente as instalações destinadas a escoar o excesso de água das chuvas, compreendendo também as medidas a serem tomadas para atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações.

Pode-se exemplificar o processo da drenagem urbana da seguinte forma: as torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocam nos bueiros situados nas sarjetas. Estas torrentes (somadas à água da rede pública proveniente dos coletores localizados nos pátios e das calhas situadas nos topos das edificações) são escoadas pelas tubulações que alimentam os condutos secundários, a partir do qual atingem o fundo do vale, onde o escoamento é topograficamente bem definido, mesmo que não haja um curso d’água perene.

O escoamento no fundo do vale é o que determina o chamado sistema de macrodrenagem. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de macrodrenagem é denominado sistema de microdrenagem.

De maneira geral, as águas decorrentes da chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d’água naturais, no oceano, em lagos ou, no caso de solos bastante permeáveis, esparramadas sobre o terreno por onde infiltram no subsolo. A escolha do destino das águas pluviais deve ser feita segundo critérios éticos, técnicos e econômicos, após análise cuidadosa das opções existentes.

Recomenda-se que o sistema de drenagem seja tal que o percurso da água entre sua origem e seu destino seja o mínimo possível. Além disso, é conveniente que

esta água seja escoada por gravidade, contudo em baixas velocidades para evitar problemas secundários como a erosão do solo.

#### 10.1.5.1. Microdrenagem

Microdrenagem é a parte integrante da drenagem urbana formada pela rede de coletores, ou seja, o conjunto de canalizações e dispositivos que assegura o transporte das águas pluviais desde os dispositivos de coleta até um ponto de lançamento no sistema de macrodrenagem. Alguns dispositivos e componentes são:

- Meio-fio: blocos de concreto ou rocha, situados entre a via pública e o passeio, com a face superior nivelada com o passeio formando uma faixa paralela ao eixo da via e face inferior nivelada com a face lateral da via formando um desnível;
- Sarjetas: localizadas às margens das vias públicas, encontro da lateral da via com a face inferior do meio-fio, formando uma calha, a qual coleta e conduz as águas pluviais oriundas dos terrenos, passeios e ruas;
- Boca-de-lobo: dispositivos de captação, colocados em pontos devidamente planejados no sistema, para coletarem as águas pluviais oriundas das sarjetas;
- Poço de visita: dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção;
- Galerias: canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas-de-lobo;
- Conduitos forçados e estações de bombeamento: dispositivos utilizados quando não há condições de escoamento por gravidade para a retirada da água de um canal de drenagem ou galeria;
- Sarjetões: formados pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas;
- Tubulação de drenagem: tubos, em geral de concreto, mas podem ser de diversos outros materiais, com diâmetros variáveis a partir de 200 mm, utilizados para conduzirem as águas pluviais coletadas pelas sarjetas e bocas-de-lobo.

#### 10.1.5.2. Macrodrenagem

Macrodrenagem é a forma de condução das águas pluviais provenientes dos sistemas de microdrenagem coletadas a partir do excesso escoado superficialmente pela infraestrutura urbana (sarjetas, boca-de-lobo etc.). Em geral, a macrodrenagem é definida pelos canais naturais ou artificiais de escoamento do excesso de água da chuva.

Várias soluções de engenharia podem ser adotadas nos sistemas de macrodrenagem, tais como construção de reservatórios de retenção, canais, galerias, canalizações, estações elevatórias de bombeamento, sistemas de comportas, entre outros. Em geral, são obras onerosas e exigem grandes recursos financeiros, os quais podem inviabilizar os projetos.

Entretanto, ao longo do tempo, o conceito de drenagem urbana evoluiu sendo que, atualmente, entende-se que a melhor solução é investir na microdrenagem para garantir que as obras necessárias em macrodrenagem sejam minimizadas, de forma a retardar o escoamento superficial, diminuir as velocidades de escoamento e evitar a transferência da água em excesso à jusante.

#### 10.1.6. Medidas de controle

Quando o desenvolvimento do espaço urbano não é planejado e ocorre de maneira desordenada e intensificado pode haver a ocorrência de inundações em função da inexistência ou ineficiência dos sistemas de drenagem. As medidas de prevenção visam minimizar os danos causados pelas inundações e são classificados de acordo com sua natureza em medidas estruturais e não estruturais.

As medidas estruturais correspondem às obras que podem ser implantadas visando à correção e/ou prevenção das inundações. Já as medidas não estruturais são aquelas que podem reduzir os danos provocados por inundações através da “convivência” com o ciclo do rio com a implantação de programas, normas, regulamentos e sistemas de alerta que tenham por objetivo conscientizar e dar diretrizes à população sobre os usos e ocupações do solo, manutenção dos dispositivos de drenagem e, de forma geral, organizar o espaço do município. Em geral as medidas não estruturais são concebidas em nível de bacias hidrográficas.

#### 10.1.6.1. Medidas Estruturais

As medidas estruturais compreendem a execução de obras de engenharia que se caracterizam como medidas intensivas e extensivas. As medidas intensivas, de acordo com seu objetivo, podem ser basicamente de quatro tipos: de aceleração de escoamento (canalização e obras correlatas), de retardamento do fluxo (reservatório, bacias de detenção/ retenção, restauração de calhas naturais), desvio de escoamento (túneis de derivação e canais de desvio) e por fim, as que englobem a introdução de ações individuais visando tornar as edificações à prova de enchentes. Já as medidas extensivas correspondem aos pequenos armazenamentos disseminados na bacia, à recomposição de cobertura vegetal e ao controle de erosão do solo, ao longo da bacia de drenagem.

#### 10.1.6.2. Medidas Não Estruturais

As medidas não estruturais procuram disciplinar a ocupação territorial de forma a planejar, organizar e minimizar os impactos ocasionados pela ocorrência de inundações. Desta forma, visam diminuir os efeitos negativos da urbanização sobre a ocupação do solo e sobre o regime dos rios. As ações não estruturais podem ser eficazes e ter custos mais baixos com horizontes mais longos de atuação, pois visam o planejamento. Em geral, baseiam as diretrizes dos planos diretores municipais.

Estas medidas podem ser preventivas ou corretivas, sendo as preventivas: regulamentação do uso e ocupação do solo, preservação das áreas ribeirinhas, manutenção da zona de mata ciliar e de enchente natural, manutenção de áreas verdes no espaço urbano, criação de programas de educação e conscientização ambiental, sistemas de alertas para inundações, controle e manutenção dos sistemas de água e esgotos, zoneamento e ordenação do espaço urbano, concepção de diretrizes e legislação normativa no tema, entre outros. As corretivas podem ser, por exemplo, a desocupação das áreas de risco de inundações, ajustes de conduta e de ocupação gradativa do espaço urbano, legislação aplicável, entre outras.

Outras medidas são também classificadas entre as não-estruturais como a adoção de medidas de tratamento das águas de drenagem visando a não poluição dos corpos receptores destas águas drenadas e, também promover o reuso das águas

pluviais. A Tabela 106 exemplifica as medidas não-estruturais e mostra as categorias em que podem se enquadrar.

Tabela 106: Categorias das Medidas Não Estruturais.

Principais categorias	Medidas não estruturais
<b>Educação pública</b>	Educação pública e disseminação do conhecimento
<b>Planejamento e manejo da água</b>	Equipe técnica capacitada
	Superfícies com vegetação
	Áreas impermeáveis desconectadas
	Telhados verdes
	Urbanização de pequeno impacto
<b>Uso de materiais e produtos químicos</b>	Uso de produtos alternativos não poluentes
	Práticas de manuseio e de armazenamento adequadas
<b>Manutenção dos dispositivos de infiltração de vias</b>	Varrição das ruas
	Coleta de resíduos sólidos
	Limpeza dos sistemas de filtração
	Manutenção das vias e dos dispositivos
	Manutenção dos canais e cursos d'água
<b>Controle de conexão ilegal de esgoto</b>	Medidas de prevenção ilegal
	Fiscalização: detecção, retirada e multa
	Controle do sistema de coleta de esgoto e de tanques sépticos
<b>Reuso da água pluvial</b>	Jardinagem e lavagem de veículos
	Sistema predial
	Fontes e lagos

### 10.1.7. Bacias hidrográficas: aspectos gerais

Para melhor compreensão da metodologia de caracterização utilizada no presente trabalho, apresenta-se, primeiramente, uma abordagem sucinta das terminologias e conceitos que foram adotados.

O termo 'bacia hidrográfica' refere-se a uma delimitação geográfica natural traçada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes. Os conceitos de bacia e sub-bacias se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica. Cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.

Por constituírem “ecossistemas” com o predomínio de uma única saída (exutório), as bacias hidrográficas possibilitam a realização de uma série de experimentos. As bacias hidrográficas também constituem ecossistemas adequados para avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica que podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e a qualidade da água, uma vez que estas variáveis são relacionadas com o uso do solo.

A subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias) permite a pontualização de problemas difusos, tornando mais fácil a identificação de focos de degradação de recursos naturais, compreensão da natureza dos processos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada existente.

#### 10.1.7.1. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento

A necessidade de promover a recuperação ambiental e a conservação dos recursos naturais, especialmente a água, mobilizou a sociedade a partir da década de 1970, dando origem a um movimento que disseminou e consolidou o conceito de bacia hidrográfica em todo o mundo.

Reconheceu-se a bacia hidrográfica como um sistema ecológico integrado, no qual todos os organismos interagem em uma determinada área, e os recursos naturais são interdependentes. Dessa forma, tornou-se imprescindível entender a dinâmica das águas e os limites geográficos das bacias para promover o equilíbrio ecológico.

Ao longo da história da civilização, a humanidade reconheceu a importância de controlar a disponibilidade de água, o que impulsionou várias tentativas de modificar o ambiente natural. Da mesma forma, o desenvolvimento das atividades produtivas — como a agricultura, a industrialização e a urbanização — esteve sempre diretamente vinculado ao controle da água. Na sociedade contemporânea, esse vínculo se mantém, já que o crescimento das áreas urbanas e rurais depende diretamente da quantidade e qualidade da água doce disponível.

Com a instituição da Lei Federal nº 9.433/1997, estabeleceu-se a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Respeitando as diversidades sociais, econômicas e ambientais do País, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH aprovou em 15 de outubro de 2003,

a Resolução nº 32, que instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional e a partir de 2006 foi inserida no Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado pela Presidência da República.

A Lei Federal nº 11.445/2007, que estruturou o Plano de Saneamento Básico, reforça o conceito da utilização de bacias hidrográficas na sua elaboração. Os princípios básicos da atual legislação são cinco:

- Bacia hidrográfica como unidade de planejamento;
- Usos múltiplos da água a todos os setores e usuários;
- Reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável;
- Reconhecimento do valor econômico da água, indutor do uso racional deste recurso natural e;
- Gestão descentralizada e participativa de todos os níveis hierárquicos do governo, usuários, sociedade civil, organizações não governamentais e outros organismos que possam influenciar nos processos de tomada de decisão.

Os instrumentos essenciais para a boa gestão do uso da água são:

- Plano Nacional de Recursos Hídricos;
- Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos, autorização ou concessão para o usuário;
- Cobrança pelo uso da água;
- Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, visando facilitar o controle e monitoramento da qualidade dos mananciais e;
- Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, visando organizar a base de dados e difundir a todos, referente aos recursos hídricos, usos, balanço hídrico de cada manancial e de cada bacia.

Com este novo arranjo institucional, surgiram novos organismos para a gestão compartilhada do uso da água:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, que decide sobre grandes questões do setor e dirime os impasses de maior vulto.

- Comitês de Bacias Hidrográficas, compostas por participantes das Prefeituras, da sociedade civil organizada, dos demais níveis do governo - Federal e Estadual.
- Agências da Água servem como braço técnico de seus correspondentes comitês, para gerir os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água.
- Organizações Civas de Recursos Hídricos, entidades atuantes no setor de planejamento e gestão do uso dos recursos hídricos.

#### 10.1.7.2. Características físicas das bacias hidrográficas

As características físicas de uma bacia hidrográfica são elementos de grande importância para estudar e compreender seu comportamento hidrológico. As características físicas de maior relevância para uma bacia são:

##### **Área de Drenagem**

É a área plana de uma bacia (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos. A área da bacia é um dos elementos básicos para o cálculo de outras características físicas.

##### **Forma da Bacia**

A forma superficial de uma bacia hidrográfica é importante devido ao tempo de concentração a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo (exutório), ou seja, tempo que leva a água dos limites da bacia para chegar à saída dessa.

Em geral, as bacias hidrográficas dos grandes rios apresentam a forma de uma Pêra ou de um leque, mas as pequenas bacias variam muito no formato, dependendo da estrutura geológica do terreno.

A forma da bacia leva a uma determinada caracterização física a partir dos seguintes índices:

- *Coefficiente de Compacidade (Kc)*: É a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. A tendência à enchente de uma

bacia será tanto maior quanto mais próximo da unidade for este coeficiente. Um coeficiente igual à unidade corresponderia a uma bacia circular.

- *Fator de Forma (Kg)*: É a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Mede-se o comprimento da bacia (L) quando se segue o curso d'água mais longo desde a desembocadura até a cabeceira mais distante na bacia. A largura média (Ml) é obtida quando se divide a área pelo comprimento da bacia. Considerando duas bacias de mesma área, a que apresentar menor fator de forma, menor será a possibilidade de ocorrer enchentes.

### **Declividade da Bacia**

A declividade dos terrenos controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias. A magnitude dos picos de enchente e a maior ou a menor oportunidade de infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia.

### **Densidade de Drenagem (De)**

É o comprimento total de todos os cursos d'água da bacia dividido pela sua área contribuinte. Pode ser dado em km/km<sup>2</sup>. A densidade de drenagem varia diretamente com a extensão do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia.

Seu valor pode variar, por exemplo, de 0,5 km/km<sup>2</sup> (bacias mal drenadas devido a elevada permeabilidade ou precipitação escassa) a 3,5 km/km<sup>2</sup> (bacias excepcionalmente bem drenadas ocorrendo em áreas com elevada precipitação ou muito impermeáveis), ou seja, é um índice que tem a ver com a formação dos rios segundo outras características, como relevo, pluviometria, geologia, entre outros.

Em adição, Christofletti (1969) destaca que valores menores do que 7,5 km/km<sup>2</sup> apresentam baixa densidade de drenagem. Valores entre 7,5 e 10,0 km/km<sup>2</sup> apresentam média densidade. Já valores acima de 10,0 km/km<sup>2</sup>, apresentam alta densidade hidrográfica.

### **Ordem da bacia em relação aos cursos de água**

Uma bacia compreende o rio principal e os seus tributários ou afluentes. A ordem dos rios é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia. Há várias metodologias para ordenamento dos rios, contudo a classificação proposta por Strehler (1952) é a mais utilizada. Nesta, uma linha de água que não tenha tributários é considerada de 1ª ordem. Quando dois rios de 1ª ordem se unem passam a formar um rio de 2ª ordem. Neste sentido, dois rios de ordem  $n$  dão lugar a um rio de ordem  $n+1$  e assim sucessivamente.

### 10.1.8. Áreas de risco de inundação e deslizamento

#### 10.1.8.1. Inundação

As inundações ou enchentes em áreas urbanas são consequência de dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma conjunta:

Enchentes em áreas ribeirinhas: os rios geralmente possuem o leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo, e o leito maior, o qual inunda-se em média a cada 2 anos. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita à inundação.

Enchentes devido à urbanização: as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude devido à ocupação do solo com superfícies impermeáveis e à existência de redes de condutos de escoamentos. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento (PARANÁ, 2002).

Além de inundação e enchente, existem também os conceitos de alagamento e enxurrada, usualmente empregados em áreas urbanas. De acordo com Ministério das Cidades/IPT (2007), o alagamento pode ser definido como o acúmulo momentâneo de água em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial.

Já a enxurrada é definida como o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais. É comum a ocorrência de enxurradas ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos d'água com alto gradiente hidráulico e em terrenos com alta declividade natural (AMARAL & RIBEIRO, 2009).

A Figura 201 ilustra a diferença entre uma situação normal do volume de água no canal de um curso d'água e nos eventos de enchente e inundação, além de mostrar uma situação de alagamento.

Figura 201: Representação de situação de enchente, inundação e alagamento.



Fonte: DCSBC (2011).

Os esforços devem estar concentrados em não permitir a ocupação de regiões críticas, que sejam de risco ou cuja ocupação gere ou maximize problemas em outras áreas. Estes espaços relevantes são as áreas de várzeas e as bacias naturais de acomodação das águas, as quais, quando ocupadas, alteram as vazões naturais, ampliando as vazões máximas e gerando inundações. Por outro lado, se preservadas, desempenham funções ambientais indispensáveis e de interesse à comunidade urbana.

A realocação de ocupações em áreas de risco de inundações onera o município. Entretanto, este processo não deve ser descartado, pois existem locais em que as estruturas de drenagem urbana não conseguem amenizar estes riscos.

#### 10.1.8.2. Deslizamentos

Os deslizamentos ou escorregamentos como são conhecidos, são processos de movimentos de solo, rochas e vegetação que recobrem as superfícies em terrenos inclinados, tendo como fator deflagrador principal a infiltração de água, principalmente das chuvas. Estes processos estão presentes nas regiões montanhosas e serranas em várias partes do mundo, principalmente naquelas onde predominam climas úmidos. No Brasil, são mais frequentes nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste (CINCATARINA, 2018).

Os movimentos de massa (solo, rochas e vegetação) consistem em importante processo natural que atua na dinâmica das vertentes, fazendo parte da evolução

geomorfológica em regiões serranas. Entretanto, o crescimento indiscriminado da ocupação urbana em áreas desfavoráveis, sem o adequado planejamento do uso do solo e sem a adoção de técnicas adequadas de estabilização, está disseminando a ocorrência de acidentes associados a estes processos, que muitas vezes atingem dimensões desastrosas (TOMINAGA, 2007).

Dentre as principais causas associadas à intervenção humana na indução de escorregamentos destacam-se: lançamento e concentração de águas pluviais, lançamento de águas servidas, vazamentos na rede de abastecimento de água, fossa sanitária, declividade e altura excessivas de cortes, execução inadequada de aterros, deposição de lixo e remoção indiscriminada da cobertura vegetal (IPT, 1991).

#### 10.1.8.3. Rastejo

Os rastejos constituem movimentos lentos e graduais, atingindo predominantemente solo e horizontes de transição entre o solo e a rocha subjacente.

Entretanto, podem atingir também níveis de rochas alteradas e fraturadas e depósitos detríticos em regiões de talvegue e sopé das encostas (DOS SANTOS, 2007). Este tipo de erosão laminar pode ocorrer de forma relativamente continuada, sem deixar marcas empiricamente observáveis na vertente (CASSETI, 1983). Ela é prejudicial, pois carrega a camada superficial do solo, que é mais intemperizada, até os cursos d'água, tendo como resultado o entupimento de redes de drenagem e o assoreamento dos rios (CASSETI, 1983).

Os rastejos podem provocar danos a obras e estruturas humanas situadas nas encostas, inclusive tendendo a evoluir para escorregamentos. Índícios desse processo estão associados à ocorrência de muros e estruturas embarrigadas, trincas em paredes, árvores inclinadas, e degraus de abatimento formados nas encostas, (DOS SANTOS, 2007).

#### 10.1.8.4. Quedas de blocos

Compreendem movimentos rápidos, em queda livre ou rolamento, envolvendo blocos e lascas de rochas. O processo se desenvolve em encostas constituídas por afloramentos de rochas ou com presença de blocos isolados.

Sua potencialização se dá naturalmente ou induzida pelo homem. No primeiro caso ocorre individualização de blocos e lascas de rochas devido à percolação da

água ou pelo crescimento de raízes vegetais em discontinuidades existentes na rocha. No segundo caso, as ações antrópicas provocam alívios de tensão, devido aos cortes em rochas, possibilitando a individualização de blocos e lascas e, conseqüentemente, favorecendo sua movimentação. Já o rolamento de blocos e matacões ocorre quando cortes ou processos erosivos em encostas constituídas por esses materiais, provocam a remoção do seu “apoio” em uma situação inicial de equilíbrio instável, potencializando seu rolamento vertente abaixo (CINCATARINA, 2018).

## 10.2. DIAGNÓSTICO

O sistema de drenagem faz parte de um conjunto de equipamentos públicos existentes na área urbana e é sensato que este seja planejado de forma integrada com os demais equipamentos públicos existentes, como as redes de água, de esgotos sanitários, de cabos elétricos e telefônicos, pavimentação de ruas, guias e passeios, parques, áreas de recreação e lazer, entre outros.

Apesar da extrema importância que a gestão das águas pluviais apresenta para a saúde, segurança e bem-estar das comunidades urbanas, este segmento tem sido deixado de lado por muitas administrações municipais e de forma geral é tratado de modo superficial, com falhas no planejamento, execução e fiscalização das obras. As redes de drenagem são deficientes em dimensão, extensão e número de bocas de lobo porque as administrações aplicavam o conceito antigo de drenagem “escoar rapidamente as águas da chuva de uma determinada área, transferindo vazões e problemas para jusante das bacias”, desconsiderando parcial ou completamente os parâmetros técnicos. Esse comportamento tem se convertido em um ônus econômico cada vez maior e representa muitos riscos para a população urbana.

### 10.2.1. Coleta de dados

A coleta de dados baseou-se na metodologia descrita a seguir:

- Pesquisa de satisfação em relação aos serviços de saneamento que esteve disponível à população de 13/08/2020 a 25/07/2022;

- Visitas *in loco* às áreas-problema, em agosto, setembro, outubro e novembro de 2022, em companhia de servidores da SANEFRAI com prévio conhecimento sobre as áreas problema;
- Informações repassadas pela SANEFRAI, que esteve em contato direto com a equipe responsável por esta revisão.

**10.2.2. Hidrografia e relevo**

10.2.2.1. Regiões hidrográficas brasileiras

A área física que compõem o território brasileiro foi dividida em 12 grandes Regiões Hidrográficas, conforme estabelecido pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (Figura 202).

Figura 202: Regiões Hidrográficas do Brasil.



Fonte: PMSB (2012).

Os rios que drenam o Estado de Santa Catarina integram três grandes regiões hidrográficas, a Região Hidrográfica do Paraná, a Região Hidrográfica do Uruguai e a

Região Hidrográfica do Atlântico Sul. No presente estudo irá se enfatizar a Região Hidrográfica do Uruguai, pelo fato do município localizar-se nesta região.

#### 10.2.2.2. Região Hidrográfica do Uruguai

A Região Hidrográfica do Uruguai tem grande importância para o País em função das atividades agroindustriais desenvolvidas e pelo seu potencial hidrelétrico. O rio Uruguai possui 2.200 km de extensão e se origina da confluência dos rios Pelotas e do Peixe. Nesse trecho, o rio assume a direção leste-oeste, dividindo os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A Bacia Hidrográfica possui, em território brasileiro, 174.612 km<sup>2</sup> de área, o equivalente a 2,0% do território nacional.

Em função das suas características hidrológicas e dos principais rios formadores, a área foi dividida em 13 unidades hidrográficas, sendo que 4 ficam no Estado de Santa Catarina e 9 no Estado do Rio Grande do Sul. Cerca de 3,8 milhões de pessoas vivem na parte brasileira da região hidrográfica do Uruguai, com maior concentração nas unidades hidrográficas de Chapecó, Canoas, Ibicui e Turvo. A região possui um total de 384 municípios, dos quais merecem destaque Lages e Chapecó, em Santa Catarina; Erechim, Ijuí, Uruguaiana, Santana do Livramento e Bagé, no Rio Grande do Sul.

Os indicadores de saneamento básico são também importantes para a caracterização da região. Em relação à parcela de população abastecida de água, com exceção das unidades hidrográficas Ijuí, Quaraí, Santa Maria e Negro, em todas as demais apresentam valores abaixo da média nacional (81,5%). A porcentagem da população atendida com rede de esgoto na região varia entre 6,0 e 42%, valores abaixo de 47,2% que corresponde à média nacional. A porcentagem de esgoto tratado nas unidades hidrográficas é muito baixa, com média de 6,0%, valor inferior à média brasileira (17,8%).

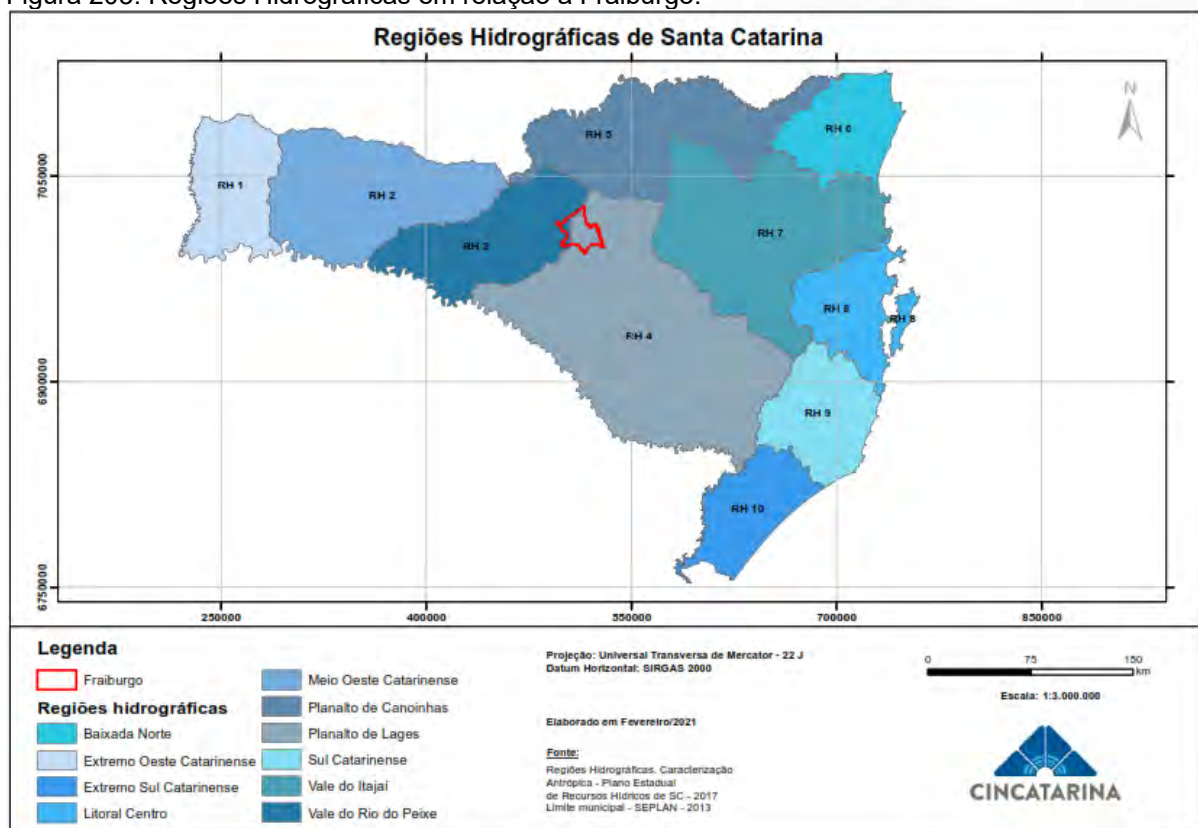
Em relação à vegetação, a bacia apresentava, originalmente, nas nascentes do rio Uruguai, os Campos e a Mata de Araucária. Na direção Sudoeste, há a Mata do Alto Uruguai, mais conhecida como Mata Atlântica. Atualmente, a região encontra-se intensamente desmatada e apenas regiões específicas conservam a vegetação original.

### 10.2.2.3. Regiões e Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina

No estado de Santa Catarina, a Lei Estadual nº 10.949 de 1998 instituiu, para efeito de planejamento, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos catarinenses, dez regiões hidrográficas.

O Município de Fraiburgo está localizado em duas Regiões Hidrográficas (RH), estando a parte oeste do território (aproximadamente 80%) sobre a RH 4 - Planalto de Lages, e parte centro leste do território sobre a RH 3 - Vale do Rio do Peixe (aproximadamente 20%), Figura 203.

Figura 203: Regiões Hidrográficas em relação à Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria, a partir de PERH/SC (2017).

A Região Hidrográfica (RH) 4 - Planalto de Lages - é a maior Região Hidrográfica em extensão do estado de Santa Catarina, com 22.787 km<sup>2</sup>. É constituída pelas Bacias Hidrográficas do Rio Canoas, que corresponde a maior bacia hidrográfica estadual (15.510 km<sup>2</sup>) e a do Rio Pelotas (7.277 km<sup>2</sup>), de acordo com o Atlas das Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: Diagnóstico Geral, elaborado em 1997. Conforme a mesma publicação, a Região Hidrográfica (RH) 3 - Vale do Rio do Peixe tem uma área de 8.188 km<sup>2</sup> e é composta pela Bacia do Rio do Peixe (5.238

km<sup>2</sup>) e pela Bacia do Rio Jacutinga (2.950 km<sup>2</sup>). Os principais problemas que afetam a RH3 são o histórico de ocorrência de estiagens e a baixa porcentagem de resíduos coletados pelo serviço de limpeza (PERH/SC 01/2017).

A hidrografia relativa a Região Hidrográfica (RH) 3 – Vale do Rio do Peixe, mais especificamente à Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, é composta pelas nascentes dos principais afluentes do Rio das Pedras e pelos formadores do Rio do Tigre, ambos afluentes do Rio do Peixe.

A Tabela 107 mostra em detalhes informações sobre cada região hidrográfica.

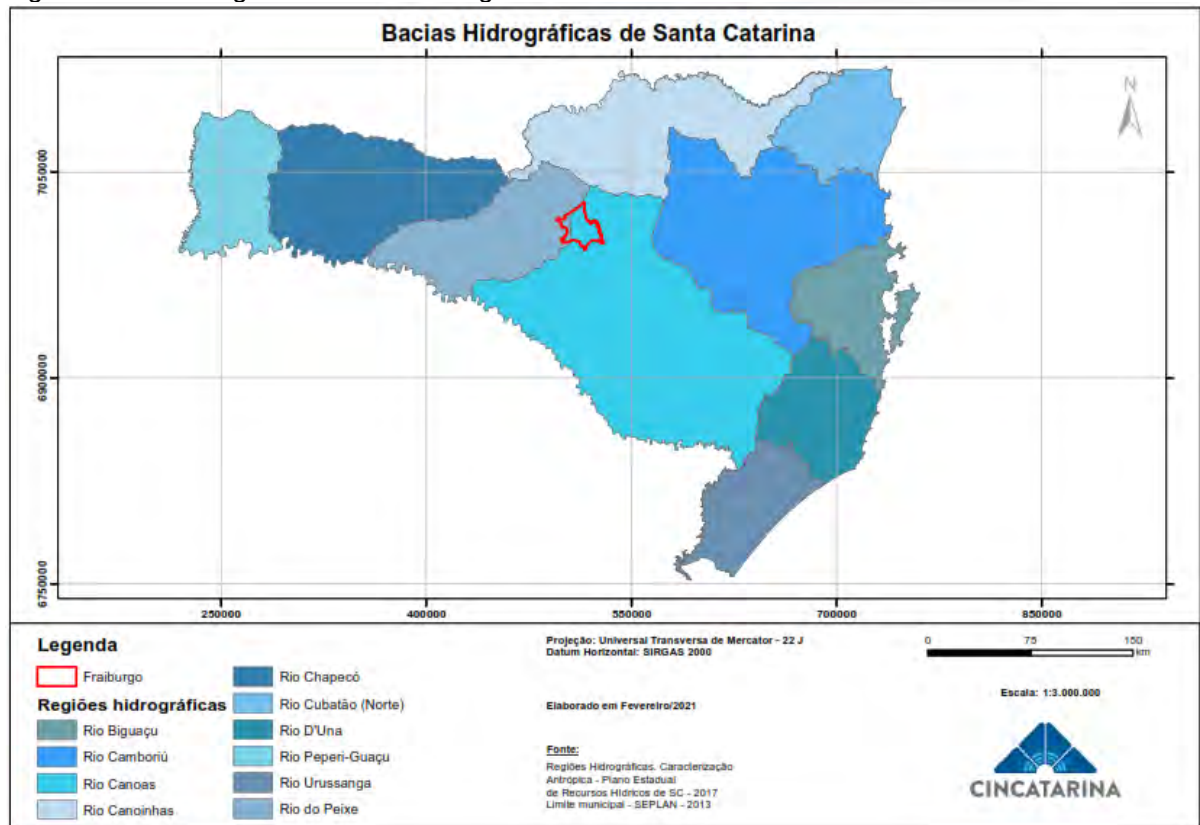
Tabela 107: Regiões Hidrográficas do Estado de Santa Catarina e suas respectivas Bacias Hidrográficas.

Regiões Hidrográficas	Bacias Hidrográficas	Área Km <sup>2</sup>	
		Bacias Hidrográficas	Regiões Hidrográficas
<b>Vertente do Interior</b>			
RH 1 – Extremo Oeste	Rio Peperi-Guaçu	2.184	5.838
	Rio das Antas	3.654	
RH 2 – Meio Oeste	Rio Chapecó	9.352	11.307
	Rio Irani	1.955	
RH 3 – Vale do Rio do Peixe	Rio Jacutinga	2.447	7.923
	Rio do Peixe	5.476	
RH 4 – Planalto de Lages	Rio Canoas	15.510	22.787
	Rio Pelotas	7.277	
RH 5 – Planalto de Canoinhas	Rio Iguaçu	5.011	10.929
	Rio Canoinhas	1.638	
	Rio Negro	4.280	
<b>Total Vertente Interior</b>			<b>58.784</b>
<b>Vertente Atlântica</b>			
RH 6 – Baixada Norte	Rio Cubatão (Norte)	1.717	4.877
	Rio Itapocu	3.160	
RH 7 – Vale do Itajaí	Rio Itajaí-Açu	15.360	15.360
RH 8 – Litoral Centro	Rio Tijucas	2.859	5.262
	Rio Biguaçu	424	
	Rio Cubatão do Sul	1.428	
	Rio da Madre	551	
RH 9 – Sul Catarinense	Rio Tubarão	4.792	5.733
	Rio d’Una	941	
RH 10 – Extremo Sul Catarinense	Rio Urussanga	703	5.052
	Rio Araranguá	3.502	
	Rio Mampitba	847	
<b>Total Vertente Atlântica</b>			<b>36.284</b>
<b>Total Geral</b>			<b>95.068</b>

Fonte: Elaboração própria, a partir de SDS (2010).

Outra classificação que é comumente empregada para as bacias do Estado são: Bacias do Uruguai, Bacias do Iguaçu e Bacias do Sudeste detalhadas na Figura 204. O município de Fraiburgo está localizado entre as importantes bacias do Rio do Peixe e do Rio Canoas, ambas pertencentes à Bacia do Rio Uruguai.

Figura 204: Fraiburgo e as Bacias Hidrográficas no Estado de Santa Catarina.

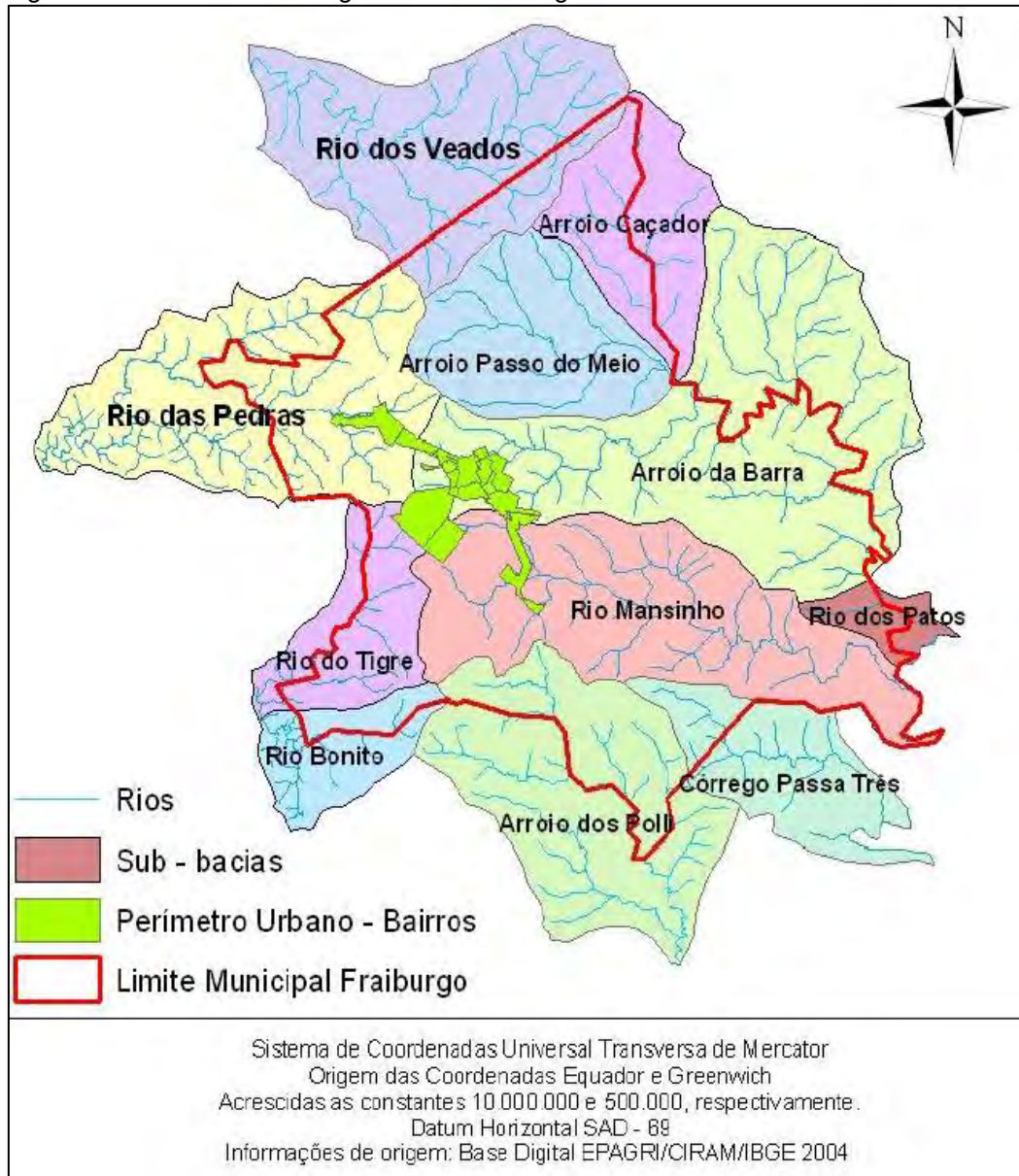


Fonte: Elaboração própria, a partir de PERH/SC (2017).

#### 10.2.2.4. Sub-bacias Hidrográficas do Município

Em relação às sub-bacias existentes no município, destacamos a Sub-bacia do Rio dos Patos, do Rio Correntes, do Rio Roberto, do Rio Bonito, do Rio Mansinho, do Rio Taquaruçu, do Córrego Passa Três, do Arroio do Potreiro e do Rio do Peixe, Figura 205.

Figura 205: Sub-bacias hidrográficas de Fraiburgo.



Fonte: PMSB (2012).

De acordo com o PMSB (2012), 11 sub-bacias fazem parte da área municipal. Na Tabela 108, é possível observar a área total de cada uma das sub-bacias hidrográficas inseridas na área territorial do município, e sua proporção em relação à área total do município.

Tabela 108: Áreas das sub-bacias inseridas no município de Fraiburgo.

Sub-bacia hidrográfica	Identificação adotada	Área total da sub-bacia (km²)	Área no município (km²)	(%)
<b>Rio dos Veados</b>	SUB - 1	126,00	20,80	16,5
<b>Arroio Caçador</b>	SUB - 2	58,82	28,64	48,69

Sub-bacia hidrográfica	Identificação adotada	Área total da sub-bacia (km <sup>2</sup> )	Área no município (km <sup>2</sup> )	(%)
Arroio Passo do Meio	SUB - 3	73,15	73,15	100
Rio das Pedras	SUB - 4	137,70	62,24	45,20
Arroio da Barra	SUB - 5	206,80	123,4	59,67
Rio Mansinho	SUB - 6	135,10	135,10	100
Rio do Tigre	SUB - 7	47,49	33,53	70,60
Rio Bonito	SUB - 8	32,82	8,37	25,50
Rio dos Patos	SUB - 9	13,52	8,53	63,09
Arroio dos Polli	SUB - 10	123,80	42,44	34,28
Córrego Passa Três	SUB - 11	55,83	11,30	20,24

Fonte: PMSB (2012).

O PMSB (2012) traz ainda a caracterização de todas as sub-bacias do município, destacando índices físicos, altimétricos e de declividade, conforme os itens a seguir:

- Caracterização da Sub-bacia do Rio dos Veados – SUB – 1

A sub-bacia do Rio dos Veados engloba a porção ao Norte do Município de Fraiburgo e corresponde a 3,80% do território municipal. O rio principal leva o mesmo nome da bacia. Apenas alguns rios de cabeceira pertencem ao território municipal, como o chamado Arroio dos Veados e outros de menor representatividade e intermitentes (temporários). Os principais índices fisiográficos desta sub-bacia foram calculados com auxílio de ferramentas de Geoprocessamento e são apresentadas na Tabela 109.

Tabela 109: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio dos Veados.

Sub-bacia	Sub-1	Unidade
Latitude da exutória	497.655,85	(SAD-69)
Longitude da exutória	7.028.794,15	(SAD-69)
Área	126,00	km <sup>2</sup>
Perímetro	51,72	km
Largura média da bacia	4.298,7	m
Comprimento do rio principal	29.311,4	m
Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)	3 <sup>a</sup>	-
Altitude máxima no ponto mais afastado	1.120	m
Altitude mínima (exutória)	850	m

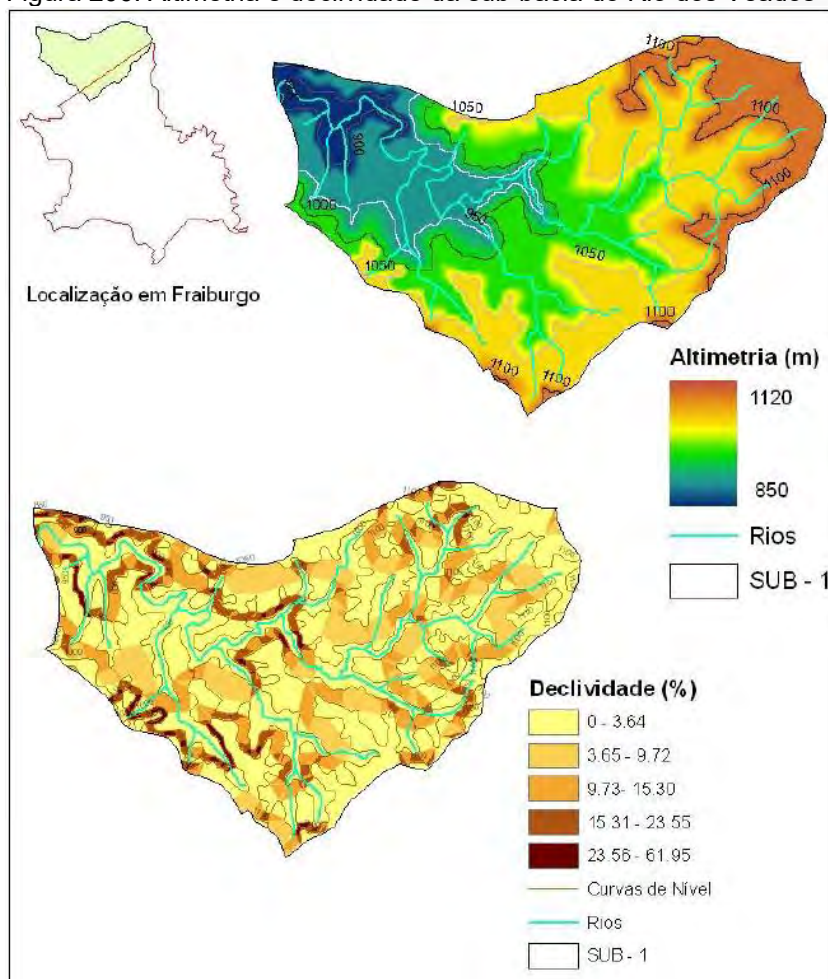
Sub-bacia	Sub-1	Unidade
H (dif. Cotas)	270	m
<b>Coeficiente de compacidade - Kc</b>	1,29	-
<b>Fator de Forma - Kf</b>	0,15	-
<b>Densidade de Drenagem</b>	0,77	(km/km <sup>2</sup> )

Fonte: PMSB (2012).

A exutória desta sub-bacia localiza-se a oeste, direção esta que o rio principal percorre. Esta sub-bacia apresenta forma alongada indicada pelo Coeficiente de Compacidade (Kc) igual a 1,29. Este indica que quanto mais afastado da unidade maior é a irregularidade da forma da bacia, sendo a unidade correspondente a uma bacia com forma circular. Quanto mais próximo ao formato circular maior é a propensão de uma bacia a ocorrência de enchentes.

A Figura 206 mostra a caracterização da SUB – 1 em relação à altimetria, às declividades calculadas e apresenta sua forma e a rede de drenagem.

Figura 206: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio dos Veados



Fonte: PMSB (2012)

- Caracterização da Sub-bacia do Arroio Caçador – SUB – 2

A sub-bacia do Arroio Caçador fica a nordeste no município de Fraiburgo e ocupa 5,23 % de seu território. O rio principal considerado neste plano (por ser o de maior comprimento) é o Ribeirão Taboão. Este rio é o divisor de limites entre o município de Fraiburgo e Lebon Régis naquela região. O escoamento das águas ocorre em direção ao Sul. Os principais índices físicos desta sub-bacia foram calculados e são apresentadas na Tabela 110.

Tabela 110: Principais índices físicos da sub-bacia do Arroio Caçador.

Sub-bacia	Sub-2	Unidade
<b>Latitude da exutória</b>	517.485,66	(SAD-69)
<b>Longitude da exutória</b>	7.015.020,69	(SAD-69)
<b>Área</b>	58,82	Km <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	34,69	Km
<b>Largura média da bacia</b>	3.481,17	m
<b>Comprimento do rio principal</b>	13.666,37	m
<b>Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)</b>	3 <sup>a</sup>	-
<b>Altitude máxima no ponto mais afastado</b>	1.110	m
<b>Altitude mínima (exutória)</b>	950	m
<b>H (dif. Cotas)</b>	150	m
<b>Coefficiente de compacidade - Kc</b>	1,27	-
<b>Fator de Forma - Kf</b>	0,31	-
<b>Densidade de Drenagem</b>	0,63	(km/km <sup>2</sup> )

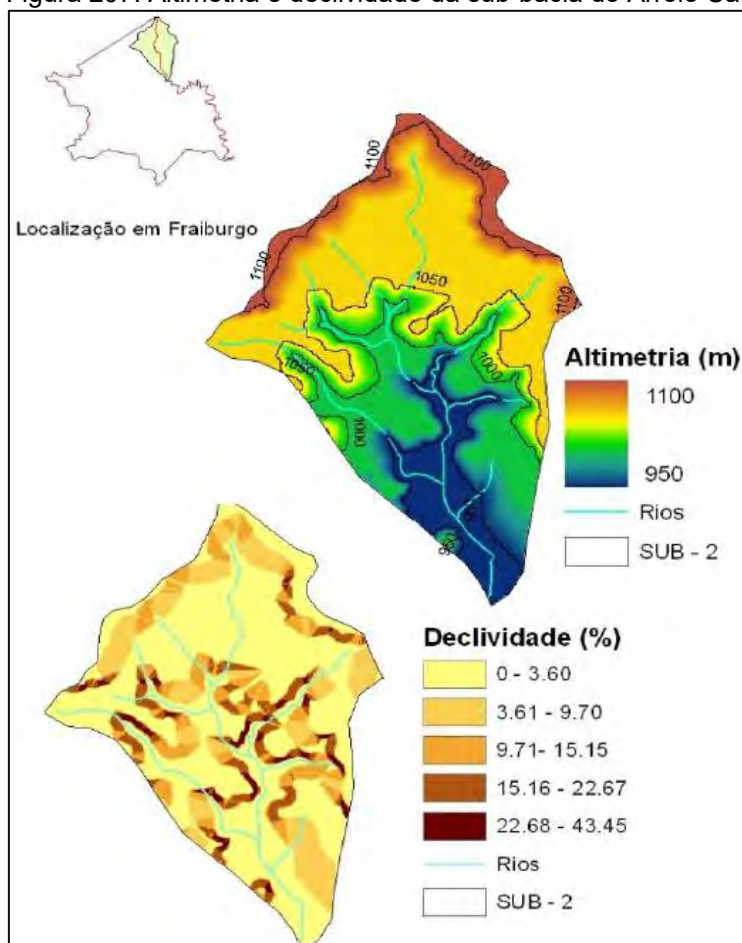
Fonte: PMSB (2012).

Esta sub-bacia apresenta forma alongada indicada pelo Coeficiente de Compacidade (Kc) igual a 1,27. Este indica que quanto mais afastado da unidade maior é a irregularidade da forma da bacia, sendo a unidade correspondente a uma bacia com forma circular. Quanto mais próximo ao formato circular maior é a propensão de uma bacia a ocorrência de enchentes.

O Fator de Forma (Kf) calculado para a SUB – 2 foi igual a 0,31, indicando baixa propensão a problemas relacionados a enchentes (analisando apenas o fator morfométrico e não as demais variáveis envolvidas).

A Figura 207 mostra a caracterização da SUB – 2 em relação à altimetria, às declividades calculadas e apresenta sua forma e rede de drenagem.

Figura 207: Altimetria e declividade da sub-bacia do Arroio Caçador.



Fonte: PMSB (2012).

- **Caracterização da Sub-bacia do Arroio Passo do Meio – SUB – 3**

A sub-bacia do Arroio Passo do Meio está totalmente inserida no território do município de Fraiburgo. É uma sub-bacia de pequena área (73,15 km<sup>2</sup>) e ocupa 13,36% do território de Fraiburgo. A sua forma é típica, semelhante ao formato de uma pera. O rio principal considerado contempla o Arroio Passo do Meio e o Rio Verde (este de comprimento maior que percorre praticamente toda a bacia até a exutória). O rio principal percorre a bacia no sentido ao Leste.

Os principais índices físicos desta sub-bacia foram calculados e são apresentadas na Tabela 111.

Tabela 111: Principais índices físicos da sub-bacia do Arroio Passo do Meio.

Sub-bacia	Sub-3	Unidade
Latitude da exutória	517.326,77	(SAD-69)
Longitude da exutória	7.014.861,32	(SAD-69)
Área	73,15	Km <sup>2</sup>
Perímetro	34,18	Km

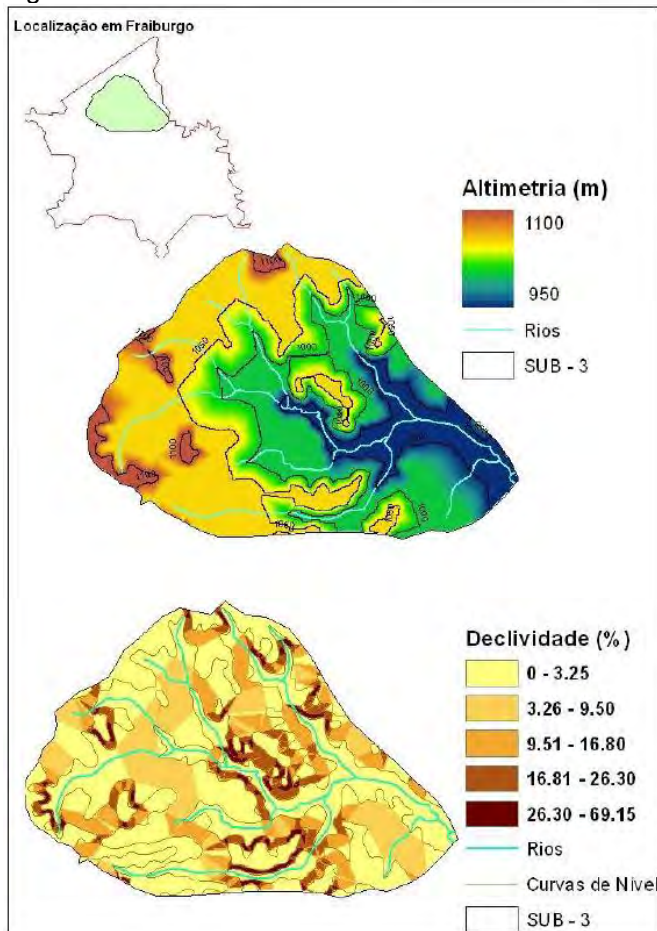
Sub-bacia	Sub-3	Unidade
Largura média da bacia	5.768,40	m
Comprimento do rio principal	14.659,76	m
Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)	3ª	-
Altitude máxima no ponto mais afastado	1.100	m
Altitude mínima (exutória)	850	m
H (dif. Cotas)	250	m
Coefficiente de compacidade - Kc	1,12	-
Fator de Forma - Kf	0,34	-
Densidade de Drenagem	0,68	(km/km²)

Fonte: PMSB (2012).

Esta sub-bacia apresenta forma típica indicada pelo Coeficiente de Compacidade (Kc), menor que as duas sub-bacias anteriores, igual a 1,12. Este indica que quanto mais próximo a unidade o formato da bacia tende a ser circular. O Fator de Forma (Kf) calculado para a SUB – 3 foi igual a 0,34.

A Figura 208 mostra a caracterização da SUB – 3 em relação à altimetria, às declividades calculadas e apresenta sua forma e rede de drenagem.

Figura 208: Altimetria e declividade da sub-bacia do Arroio Passo do Meio.



Fonte: PMSB (2012).

- Caracterização da Sub-bacia do Rio das Pedras – SUB – 4

A sub-bacia do Rio das Pedras fica a noroeste do município e ocupa 11,37% do território deste. Esta sub-bacia engloba dois bairros do perímetro urbano de Fraiburgo: 10 de Novembro e São Sebastião. Os rios percorrem a direção oeste. Os principais índices fisiográficos desta sub-bacia foram calculados e são apresentadas na Tabela 112.

Tabela 112: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio das Pedras.

Sub-bacia	Sub-4	Unidade
<b>Latitude da exutória</b>	487.836,37	(SAD-69)
<b>Longitude da exutória</b>	7.010.823,14	(SAD-69)
<b>Área</b>	137,7	Km <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	56,81	Km
<b>Largura média da bacia</b>	6.684,7	m
<b>Comprimento do rio principal</b>	32.910,00	m
<b>Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)</b>	4 <sup>a</sup>	-
<b>Altitude máxima no ponto mais afastado</b>	1.100	m
<b>Altitude mínima (exutória)</b>	800	m
<b>H (dif. Cotas)</b>	300	m
<b>Coefficiente de compacidade - Kc</b>	1,35	-
<b>Fator de Forma - Kf</b>	0,13	-
<b>Densidade de Drenagem</b>	1,06	(km/km <sup>2</sup> )

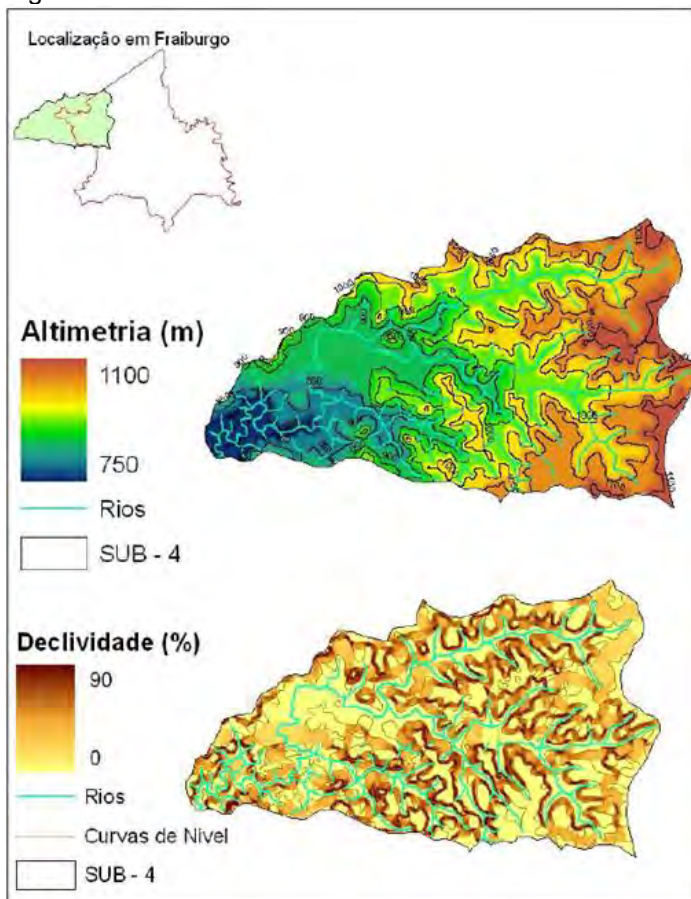
Fonte: PMSB (2012).

Esta sub-bacia apresenta forma alongada típica indicada pelo Coeficiente de Compacidade (Kc) igual a 1,35. Este indica que quanto mais afastado da unidade, maior é a irregularidade da forma da bacia.

O Fator de Forma (Kf) calculado para a SUB – 4 foi igual a 0,13, indicando baixa propensão a problemas relacionados a enchentes visto que a bacia se apresenta com forma longa e estreita.

De acordo com a Densidade de Drenagem (Dd) calculada (1,06 km/km<sup>2</sup>), esta sub-bacia apresenta considerável capacidade de drenagem, ou seja, possui rede de drenagem densa em relação à área da bacia, além disso, isto é também perceptível na Figura 209 onde as declividades calculadas são mais relevantes favorecendo o escoamento da água pela vertente e conseqüentemente favorecendo a formação dos rios.

Figura 209: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio das Pedras.



Fonte: PMSB (2012).

- Caracterização da Sub-bacia do Arroio da Barra – SUB – 5

A sub-bacia do Arroio da Barra é consideravelmente importante para o município, não só pela área que ocupa (22,54%), mas também por ser a bacia que contém o rio que percorre a área central do município chamado de Arroio Passo Novo. Este foi considerado o rio principal desta bacia. Os principais índices fisiográficos da SUB - 5 foram calculados e são apresentadas na Tabela 113.

Tabela 113: Principais índices físicos da sub-bacia do Arroio da Barra.

Sub-bacia	Sub-5	Unidade
Latitude da exutória	526.613,29	(SAD-69)
Longitude da exutória	7.005.869,48	(SAD-69)
Área	206,80	Km <sup>2</sup>
Perímetro	74,61	Km
Largura média da bacia	8.636,00	m
Comprimento do rio principal	50.855,00	m
Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)	4ª	-
Altitude máxima no ponto mais afastado	1.100	m
Altitude mínima (exutória)	850	m

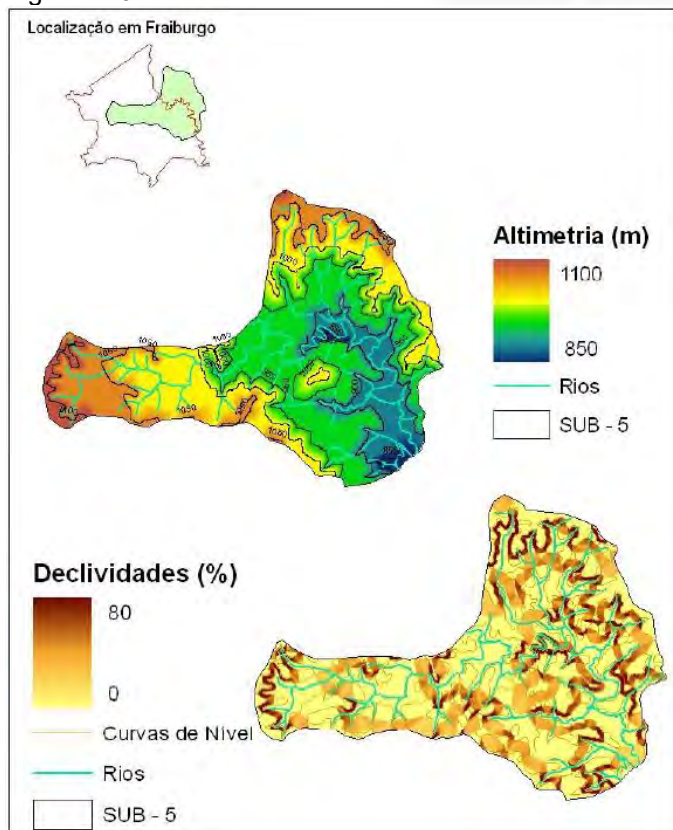
Sub-bacia	Sub-5	Unidade
H (dif. Cotas)	250	m
Coefficiente de compacidade - Kc	1,45	-
Fator de Forma - Kf	0,07	-
Densidade de Drenagem	1,39	(km/km <sup>2</sup> )

Fonte: PMSB (2012).

De acordo com os parâmetros físicos calculados para esta sub-bacia, pode-se inferir que sua forma é bastante irregular, percebida pelo Coeficiente de Compacidade afastado da unidade. O Fator de Forma calculado (0,07), bastante próximo ao valor zero, indica a baixa propensão natural dessa bacia a enchentes, por apresentar formato alongado e irregular. Isto, entretanto, não indica que outros processos não possam influenciar na ocorrência de enchentes, especialmente por esta bacia estar localizada na porção mais urbanizada do município, visto que esta caracterização só utiliza de parâmetros físicos aproximados para tal consideração.

Além disso, a SUB – 5 possui acentuada Densidade de Drenagem (1,39 km/km<sup>2</sup>) em relação a sua área, o que também pôde ser visto baseado nas variações da declividade mais consideráveis em alguns pontos. A Figura 210 mostra a altimetria da SUB – 5, a variação das declividades e apresenta os cursos d’água.

Figura 210: Altimetria e declividade da sub-bacia do Arroio da Barra.



Fonte: PMSB (2012).

- Caracterização da Sub-bacia do Rio Mansinho – SUB – 6

A sub-bacia do Rio Mansinho é outra sub-bacia importante do município de Fraiburgo por ser a sub-bacia que contém o manancial de abastecimento de água do município. A SUB – 6 também ocupa área considerável do município, 24,68% e está totalmente inserida em Fraiburgo. Além disso, contém em seu território o bairro Liberata.

Os principais índices fisiográficos da SUB - 6 foram calculados e são apresentadas na Tabela 114.

Tabela 114: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio Mansinho.

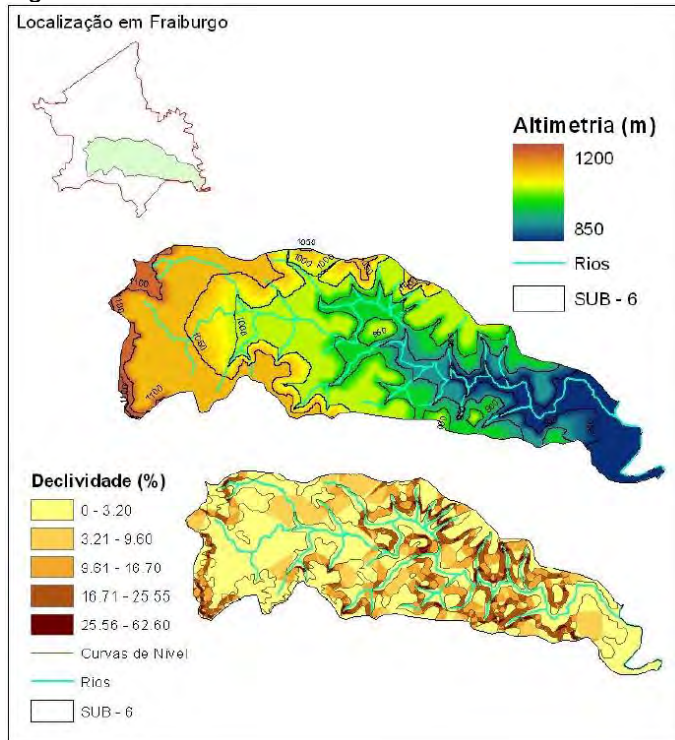
Sub-bacia	Sub-6	Unidade
<b>Latitude da exutória</b>	529.913,55	(SAD-69)
<b>Longitude da exutória</b>	6.998.590,97	(SAD-69)
<b>Área</b>	135,10	Km <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	69,42	Km
<b>Largura média da bacia</b>	4.491,00	m
<b>Comprimento do rio principal</b>	33.608,00	m
<b>Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)</b>	3 <sup>a</sup>	-
<b>Altitude máxima no ponto mais afastado</b>	1.400	m
<b>Altitude mínima (exutória)</b>	850	m
<b>H (dif. Cotas)</b>	350	m
<b>Coefficiente de compacidade - Kc</b>	1,67	-
<b>Fator de Forma - Kf</b>	0,11	-
<b>Densidade de Drenagem</b>	1,47	(km/km <sup>2</sup> )

Fonte: PMSB (2012).

A SUB – 6 também apresenta seus coeficientes físicos semelhantes às demais sub-bacias de Fraiburgo. O Coeficiente de Compacidade calculado ( $K_c = 1,67$ ) afasta-se da unidade e complementa o Fator de Forma ( $K_f = 0,11$ ), apresentando baixa probabilidade a ocorrência de enchentes, analisando-se estas características físicas.

A Figura 211 apresenta a caracterização altimétrica da bacia, declividades e os rios que a compõem, onde se observa também sua forma alongada, indicada pelos dois índices mencionados.

Figura 211: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio Mansinho.



Fonte: PMSB (2012).

- Caracterização da Sub-bacia do Rio do Tigre – SUB – 7

A sub-bacia do Rio do Tigre ocupa apenas 6% da área de Fraiburgo e localiza-se a Oeste. O Rio do Tigre faz divisa entre Fraiburgo e uma porção do município de Videira e foi considerado o rio principal da sub-bacia. Os principais índices fisiográficos da SUB - 7 foram calculados e são apresentadas na Tabela 115.

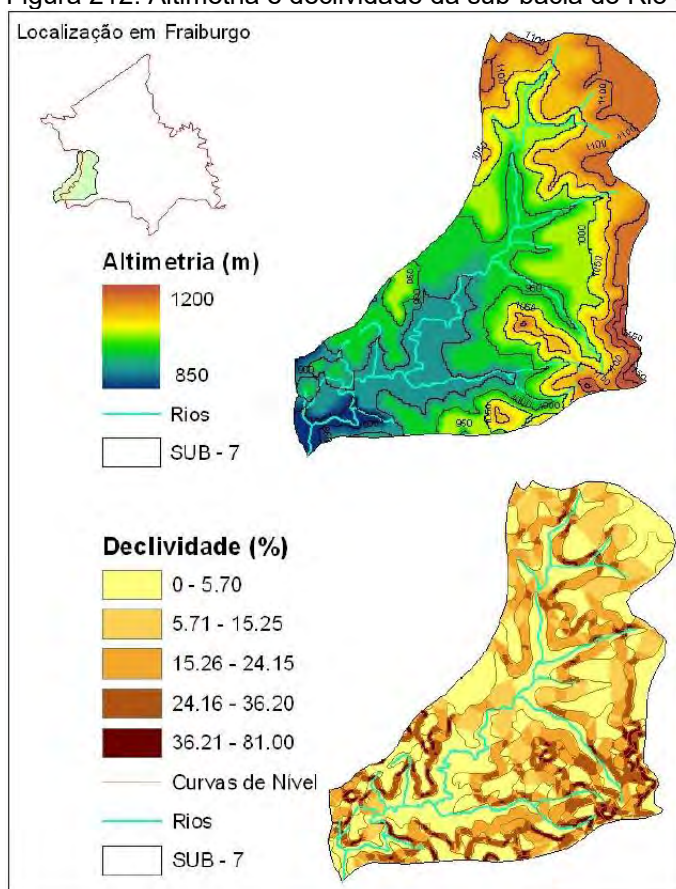
Tabela 115: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio do Tigre.

Sub-bacia	Sub-7	Unidade
<b>Latitude da exutória</b>	497.942,26	(SAD-69)
<b>Longitude da exutória</b>	6.999.534,07	(SAD-69)
<b>Área</b>	47,49	Km <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	33,29	Km
<b>Largura média da bacia</b>	4.044,00	m
<b>Comprimento do rio principal</b>	11.247,32	m
<b>Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)</b>	3 <sup>a</sup>	-
<b>Altitude máxima no ponto mais afastado</b>	1.200	m
<b>Altitude mínima (exutória)</b>	850	m
<b>H (dif. Cotas)</b>	350	m
<b>Coefficiente de compacidade - Kc</b>	1,35	-
<b>Fator de Forma - Kf</b>	0,38	-
<b>Densidade de Drenagem</b>	1,50	(km/km <sup>2</sup> )

Fonte: PMSB (2012).

A SUB – 7 também seguiu a mesma tendência em relação aos parâmetros físicos como as demais bacias já caracterizadas. O Coeficiente de Compacidade ( $K_c = 1,35$ ) e o Fator de Forma ( $K_f = 0,38$ ) demonstram seu formato irregular, alongado, afastado do formato circular, o que pode indicar baixa propensão a ocorrência de enchentes naturais na bacia. Em relação a sua área, a Densidade de Drenagem é considerável. A Figura 212 apresenta a caracterização altimétrica da SUB – 7, as declividades calculadas e os cursos d’água.

Figura 212: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio do Tigre.



Fonte: PMSB (2012).

- Caracterização da Sub-bacia do Rio Bonito – SUB – 8

A sub-bacia do Rio Bonito é uma pequena sub-bacia localizada na porção sudoeste do município e ocupa menos de 2% do território do município. Os principais índices fisiográficos da SUB - 8 foram calculados e são apresentadas na Tabela 116.

Tabela 116: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio Bonito.

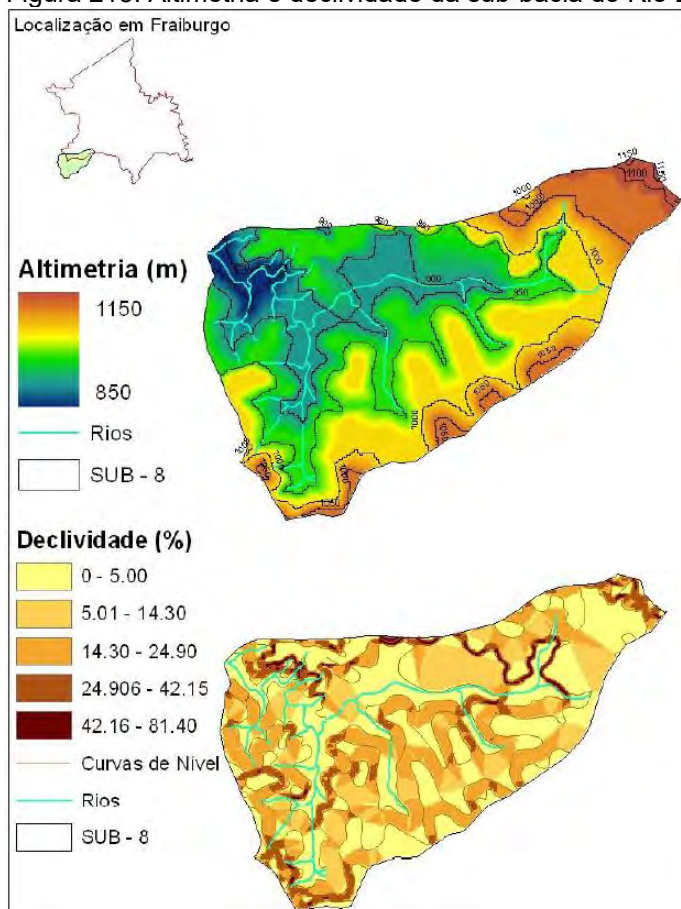
Sub-bacia	Sub-8	Unidade
Latitude da exutória	497.945,28	(SAD-69)
Longitude da exutória	6.999.544,37	(SAD-69)

Sub-bacia	Sub-8	Unidade
<b>Área</b>	32,82	Km <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	25,62	Km
<b>Largura média da bacia</b>	4.033,00	m
<b>Comprimento do rio principal</b>	9.888,00	m
<b>Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)</b>	3 <sup>a</sup>	-
<b>Altitude máxima no ponto mais afastado</b>	1.150	m
<b>Altitude mínima (exutória)</b>	850	m
<b>H (dif. Cotas)</b>	300	m
<b>Coefficiente de compacidade - Kc</b>	1,25	-
<b>Fator de Forma - Kf</b>	0,33	-
<b>Densidade de Drenagem</b>	1,32	(km/km <sup>2</sup> )

Fonte: PMSB (2012).

A sub-bacia do Rio Bonito teve seus parâmetros caracterizados de forma bastante semelhante a SUB – 7 mostrada anteriormente. Sua forma é alongada o que pode indicar baixa probabilidade de ocorrência de enchentes em virtude de suas características morfométricas. A Figura 213 mostra a caracterização da SUB – 8 em relação a sua altimetria, declividades e a rede de drenagem.

Figura 213: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio Bonito.



Fonte: PMSB (2012).

- Caracterização da Sub-bacia do Rio dos Patos – SUB – 9

A sub-bacia do Rio dos Patos é outra pequena sub-bacia inserida em Fraiburgo, ocupando menos de 2% do território do município. Os principais índices fisiográficos da SUB - 9 foram calculados e são apresentadas na Tabela 117.

Tabela 117: Principais índices físicos da sub-bacia do Rio dos Patos.

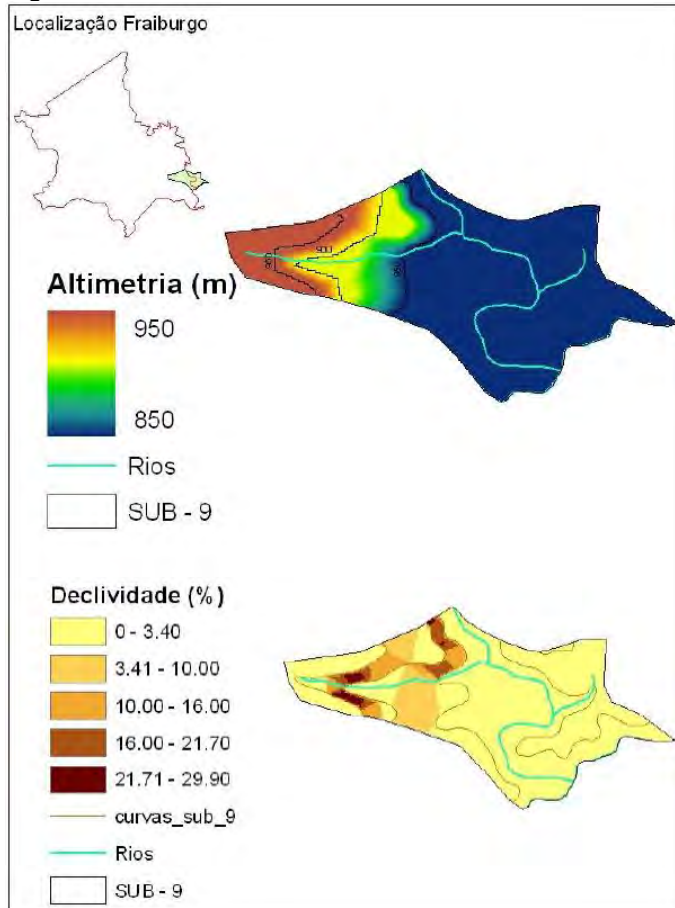
Sub-bacia	Sub-9	Unidade
<b>Latitude da exutória</b>	528.956,30	(SAD-69)
<b>Longitude da exutória</b>	7.002.486,74	(SAD-69)
<b>Área</b>	13,52	Km <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	18,96	Km
<b>Largura média da bacia</b>	2.215,30	m
<b>Comprimento do rio principal</b>	10.232,5	m
<b>Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)</b>	2 <sup>a</sup>	-
<b>Altitude máxima no ponto mais afastado</b>	950	m
<b>Altitude mínima (exutória)</b>	850	m
<b>H (dif. Cotas)</b>	100	m
<b>Coefficiente de compacidade - Kc</b>	1,44	-
<b>Fator de Forma - Kf</b>	0,13	-
<b>Densidade de Drenagem</b>	2,0	(km/km <sup>2</sup> )

Fonte: PMSB (2012).

A SUB – 9 apresentou, dentre os coeficientes físicos calculados, a Densidade de Drenagem mais expressiva devido a sua pequena área de drenagem em função dos comprimentos dos rios serem relativamente elevados. Os demais coeficientes seguiram a tendência apresentada até aqui, ou seja, Coeficiente de Compacidade afastado da unidade ( $K_c = 1,44$ ) e Fator de Forma ( $K_f = 0,13$ ), baixo, indicando ausência de problemas com enchentes.

A Figura 214 apresenta a SUB – 9 com sua caracterização de altimetria, declividades e a rede de drenagem considerável diretamente ligada à pequena área da bacia.

Figura 214: Altimetria e declividade da sub-bacia do Rio dos Patos.



Fonte: PMSB (2012).

- Caracterização da Sub-bacia do Arroio dos Polli – SUB – 10

A sub-bacia do Arroio dos Polli é uma grande sub-bacia inserida parcialmente no município de Fraiburgo, ocupando 7,75% do território deste. Esta se localiza ao sul em relação ao município. Os principais índices fisiográficos da SUB - 10 foram calculados e são apresentadas na Tabela 118.

Tabela 118: Principais índices físicos da sub-bacia do Arroio dos Polli.

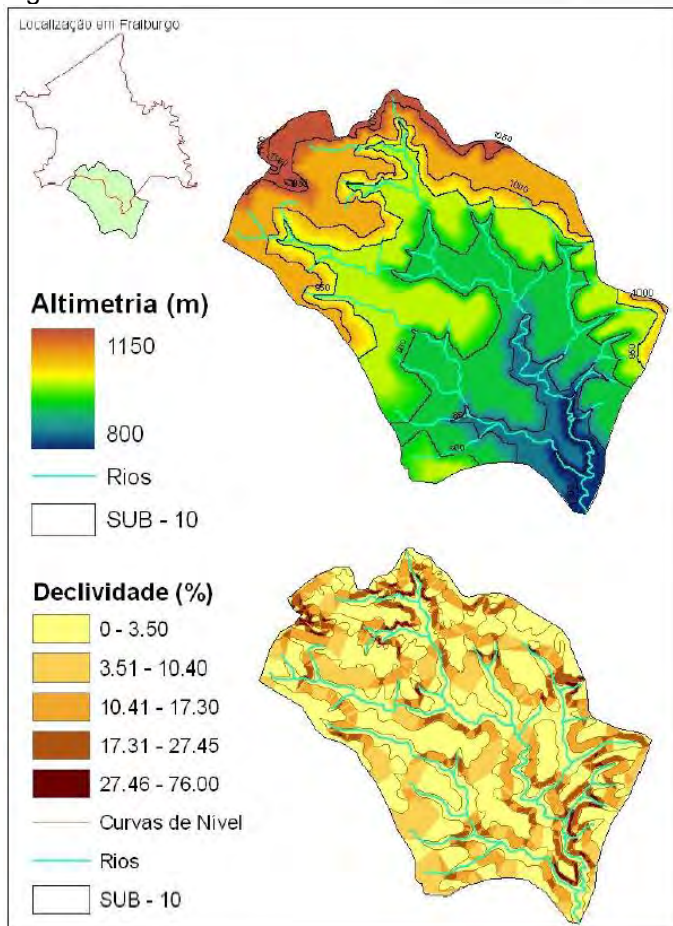
Sub-bacia	Sub-10	Unidade
<b>Latitude da exutória</b>	517.736,77	(SAD-69)
<b>Longitude da exutória</b>	6.988.480,55	(SAD-69)
<b>Área</b>	123,8	Km <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	50,05	Km
<b>Largura média da bacia</b>	7.352,00	m
<b>Comprimento do rio principal</b>	22.808,50	m
<b>Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)</b>	3 <sup>a</sup>	-
<b>Altitude máxima no ponto mais afastado</b>	1.100	m
<b>Altitude mínima (exutória)</b>	800	m

Sub-bacia	Sub-10	Unidade
H (dif. Cotas)	300	m
Coeficiente de compacidade - Kc	1,26	-
Fator de Forma - Kf	0,24	-
Densidade de Drenagem	1,53	(km/km <sup>2</sup> )

Fonte: PMSB (2012).

De modo geral, a SUB – 10 assemelha-se às demais sub-bacias já apresentadas. O Coeficiente de Compacidade afasta-se da unidade ( $K_c = 1,26$ ) e o Fator de Forma é baixo, indicando formato da bacia hidrográfica típico não circular. A Densidade de Drenagem calculada foi de  $1,53 \text{ km/km}^2$ , indicando rede bem distribuída em relação à área da bacia. A Figura 215 mostra as características de altimetria da bacia, declividades e a rede de drenagem da bacia.

Figura 215: Altimetria e declividade da sub-bacia do Arroio dos Polli.



Fonte: PMSB (2012).

- Caracterização da Sub-bacia do Córrego Passa Três – SUB – 11

A sub-bacia do Córrego Passa Três é uma sub-bacia localizada ao sul de Fraiburgo, ocupando 2,0% do território do município. Os principais índices fisiográficos da SUB - 11 foram calculados e são apresentadas na Tabela 119.

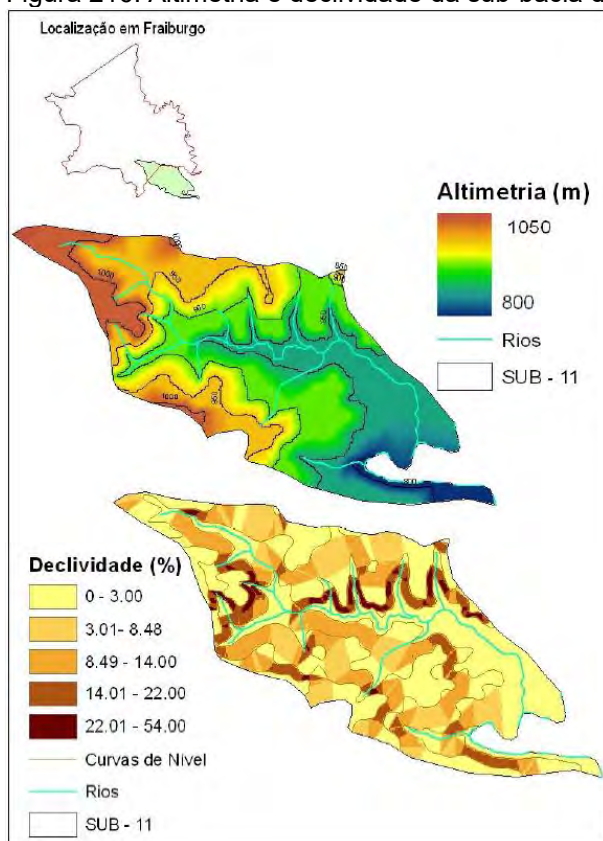
Tabela 119: Principais índices físicos da sub-bacia do Córrego Passa Três.

Sub-bacia	Sub-11	Unidade
<b>Latitude da exutória</b>	529.657,95	(SAD-69)
<b>Longitude da exutória</b>	6.993.077,59	(SAD-69)
<b>Área</b>	55,83	Km <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	45,00	Km
<b>Largura média da bacia</b>	3.414,00	m
<b>Comprimento do rio principal</b>	22.353,60	m
<b>Ordem em relação aos cursos d'água (Strahler)</b>	3 <sup>a</sup>	-
<b>Altitude máxima no ponto mais afastado</b>	1.000	m
<b>Altitude mínima (exutória)</b>	800	m
<b>H (dif. Cotas)</b>	200	m
<b>Coefficiente de compacidade - Kc</b>	1,69	-
<b>Fator de Forma - Kf</b>	0,11	-
<b>Densidade de Drenagem</b>	1,43	(km/km <sup>2</sup> )

Fonte: PMSB (2012).

A SUB – 11 apresentou Coeficiente de Compacidade ( $K_c = 1,69$ ), ou seja, afastado da unidade e o Fator de Forma calculado foi igual a 0,11, ou seja, baixo. Estes dois índices morfométricos mostram que a Sub -11 possui baixa probabilidade de ocorrência de enchentes naturais. A Figura 216 mostra a variação altimétrica e de declividades para a SUB -11.

Figura 216: Altimetria e declividade da sub-bacia do Córrego Passa Três.



Fonte: PMSB (2012).

A Tabela 120 apresenta um resumo da caracterização física das sub-bacias que estão inseridas no município.

Tabela 120: Resumo das Características Físicas das Sub-bacias do município.

Sub-bacia hidrográfica	Identificação adotada	Área – (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)	Comprimento Rio principal (Km)	Kc	Kf	Dd Km/Km <sup>2</sup>
Rio dos Veados	SUB - 1	126,00	51,72	29,31	1,29	0,15	0,77
Arroio Caçador	SUB - 2	58,82	34,69	13,66	1,27	0,31	0,63
Arroio Passo do Meio	SUB - 3	73,15	34,18	14,66	1,12	0,34	0,68
Rio das Pedras	SUB - 4	137,70	56,81	32,91	1,35	0,13	1,06
Arroio da Barra	SUB - 5	206,80	74,61	50,85	1,45	0,07	1,39
Rio Mansinho	SUB - 6	135,10	69,42	33,61	1,67	0,11	1,47
Rio do Tigre	SUB - 7	47,49	33,29	11,25	1,35	0,38	1,50
Rio Bonito	SUB - 8	32,82	25,62	9,89	1,25	0,33	1,32
Rio dos Patos	SUB - 9	13,52	18,96	10,23	1,44	0,13	2,00
Arroio dos Polli	SUB - 10	123,8	50,05	22,81	1,26	0,24	1,53

<b>Córrego Passa Três</b>	SUB - 11	55,83	45,00	22,35	1,69	0,11	1,43
-------------------------------	----------	-------	-------	-------	------	------	------

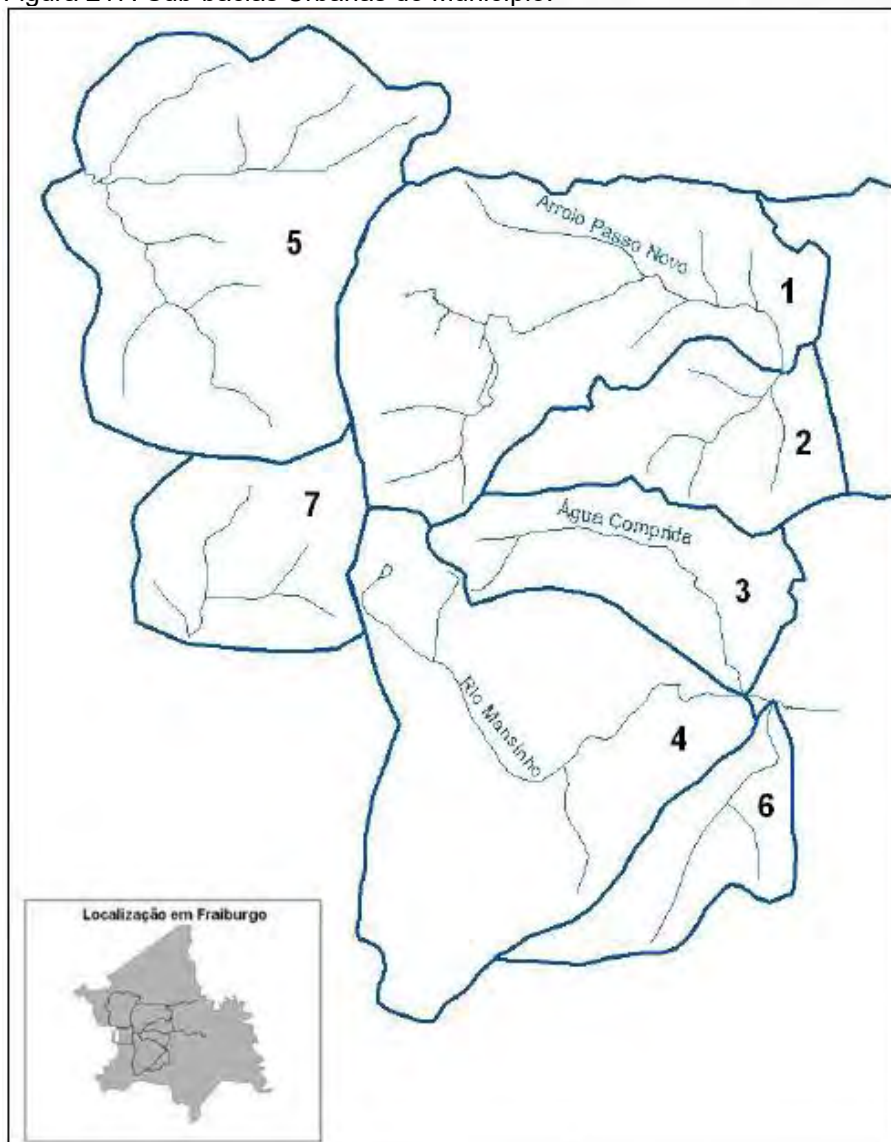
Fonte: PMSB (2012).

### 10.2.2.5. Sub-bacias Hidrográficas Urbanas do Município

Em relação ao perímetro urbano do município, há a delimitação de 7 sub-bacias principais. Estas foram obtidas através de informações digitais, na escala 1: 12.500, datadas de 1998 e a partir das cartas topográficas digitais disponibilizadas pela EPAGRI/CIRAM, na escala 1:50.000 (PMSB,2012).

A Figura 217 apresenta a disposição espacial destas sub-bacias urbanas.

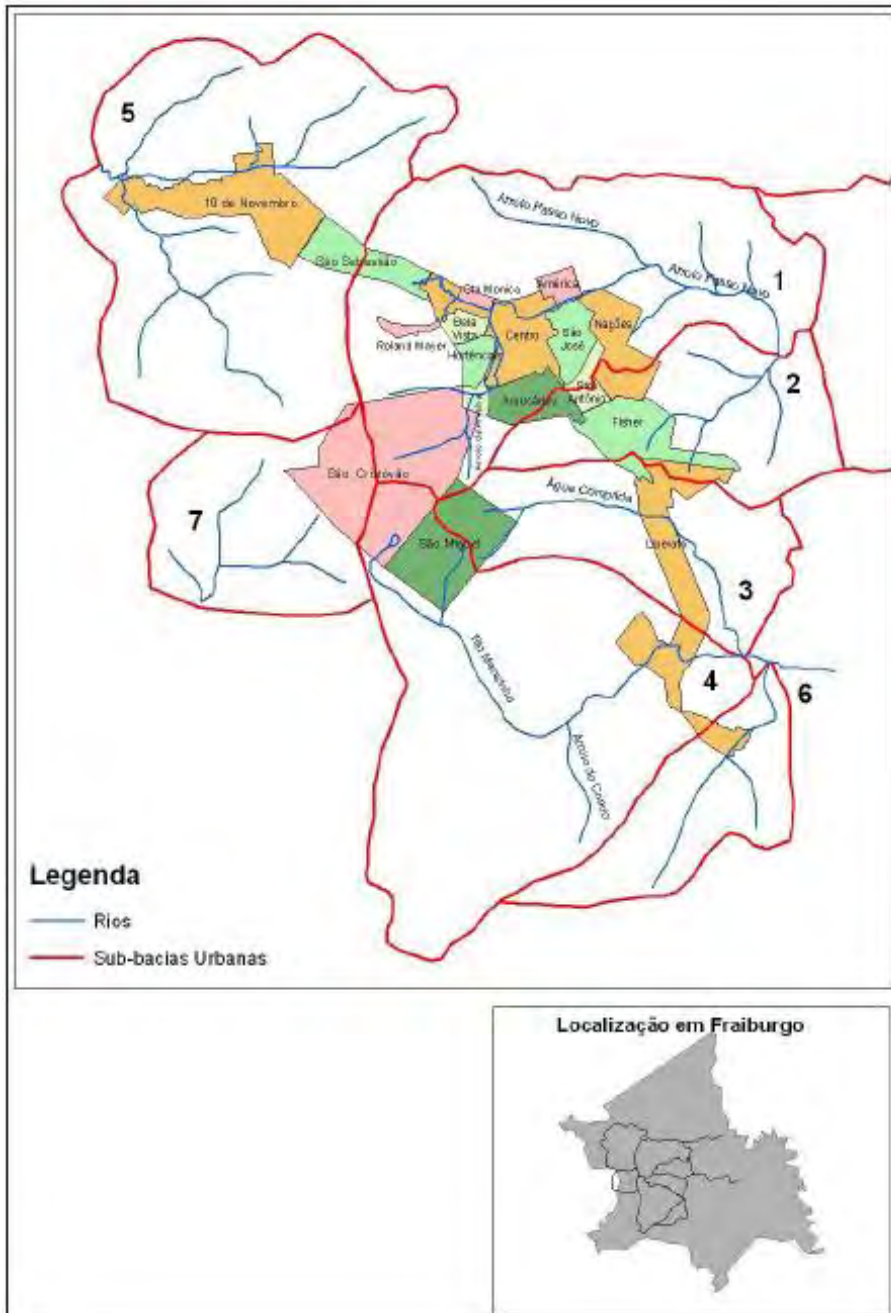
Figura 217: Sub-bacias Urbanas do Município.



Fonte: PMSB (2012).

Nestas sub-bacias, estão inseridos os bairros do município. Para fins de identificação e melhor compreensão, apresenta-se na Figura 218 os bairros identificados e sua disposição espacial em relação às sub-bacias urbanas consideradas no presente plano.

Figura 218: Bairros do município em relação às sub-bacias hidrográficas.



Fonte: PMSB (2012).

A Tabela 121 mostra algumas características destas sub-bacias urbanas. Salienta-se a correlação das sub-bacias urbanas com as bacias inseridas no município de Fraiburgo mostradas anteriormente.

Tabela 121: Características das sub-bacias urbanas.

Sub-bacia Urbana	Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Nome do Rio	Sub-bacia Município	Bairros Inseridos
1	23,42	22,62	Arroio Passo Novo	SUB-5	Centro, São José, Nações, América, Santo Antônio, Araucárias, Vila Salete, Hortênsias, Santa Mônica, Bela Vista, Roland Mayer, São Sebastião, São Cristóvão, São Miguel.
2	9,00	15,17	-	SUB-5	Fischer, Liberata, Nações, Santo Antônio e Araucárias
3	9,25	14,92	Água Comprida	SUB-6	Liberata, São Miguel e Fischer
4	25,13	22,75	Rio Mansinho	SUB-6	Liberata, São Cristóvão e São Miguel
5	25,46	21,54	Lajeado da Derrubada	SUB-4	10 de Novembro e São Sebastião
6	6,45	13,64	Arroio do Criado	SUB-6	Liberata
7	8,98	12,19	Rio do Tigre	SUB-7	São Cristóvão

Fonte: PMSB (2012).

Como pôde ser observado na tabela acima, as bacias urbanas que contém o maior número de bairros do município são as sub-bacias 1 e 2, inseridas na sub-bacia do Arroio Passo Novo – SUB 5. Outra sub-bacia considerada importante é a sub-bacia 4, neste caso, inserida na sub-bacia do Rio Mansinho - SUB – 6, atual bacia do manancial de abastecimento. A sede urbana do município está localizada às margens do Arroio Passo Novo, Arroio da Ameixa e Arroio do Hospital, sendo os principais cursos d'água da macrodrenagem.

Relacionado ao gerenciamento dos recursos hídricos na região, o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe e Bacias Contíguas é o responsável pela promoção do gerenciamento descentralizado, participativo e integrado da Bacia Hidrográfica.

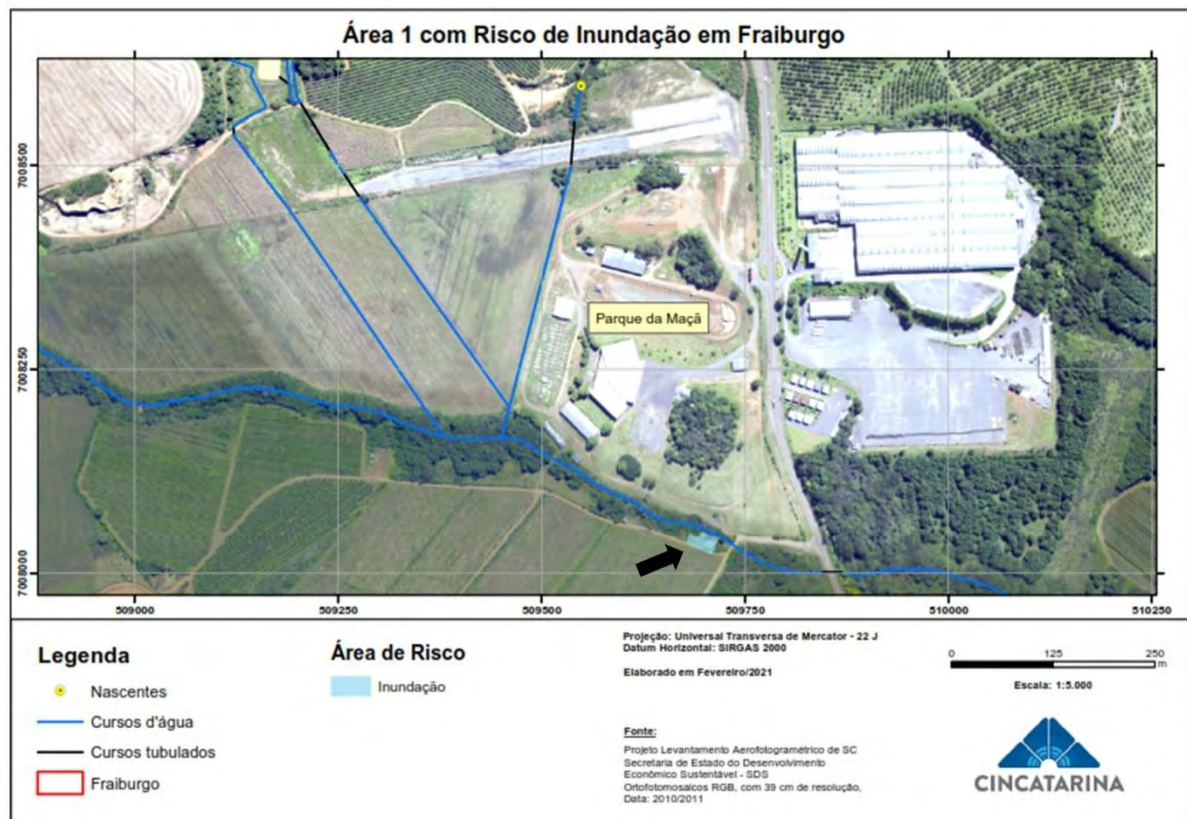
### 10.2.3. Levantamento de risco

Em janeiro de 2018, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) realizou um levantamento para identificar as áreas de risco de inundação, causadas pelas cheias dos cursos d'água, e as áreas suscetíveis a movimentos de massa, agravadas pela falta de infraestrutura de drenagem. O levantamento identificou 13 áreas de risco, sendo 4 com risco de inundação e 9 com risco de deslizamento. As informações coletadas pelo CPRM (2018) sobre essas áreas são apresentadas a seguir.

### 10.2.3.1. Risco de Inundação

A Figura 219 apresenta a área 1, localizada próximo ao Parque da Maçã. De acordo com o CPRM (2018), a área foi caracterizada como grau de risco alto. Em 2014, uma chuva de 136 mm provocou a inundação do Rio Mansinho II de forma rápida e atingiu a única edificação existente no local. Segundo relato da Defesa Civil, o nível d'água subiu aproximadamente 2 metros, atingindo o interior da residência.

Figura 219: Área 1 sujeita à inundação na sede urbana de Fraiburgo.

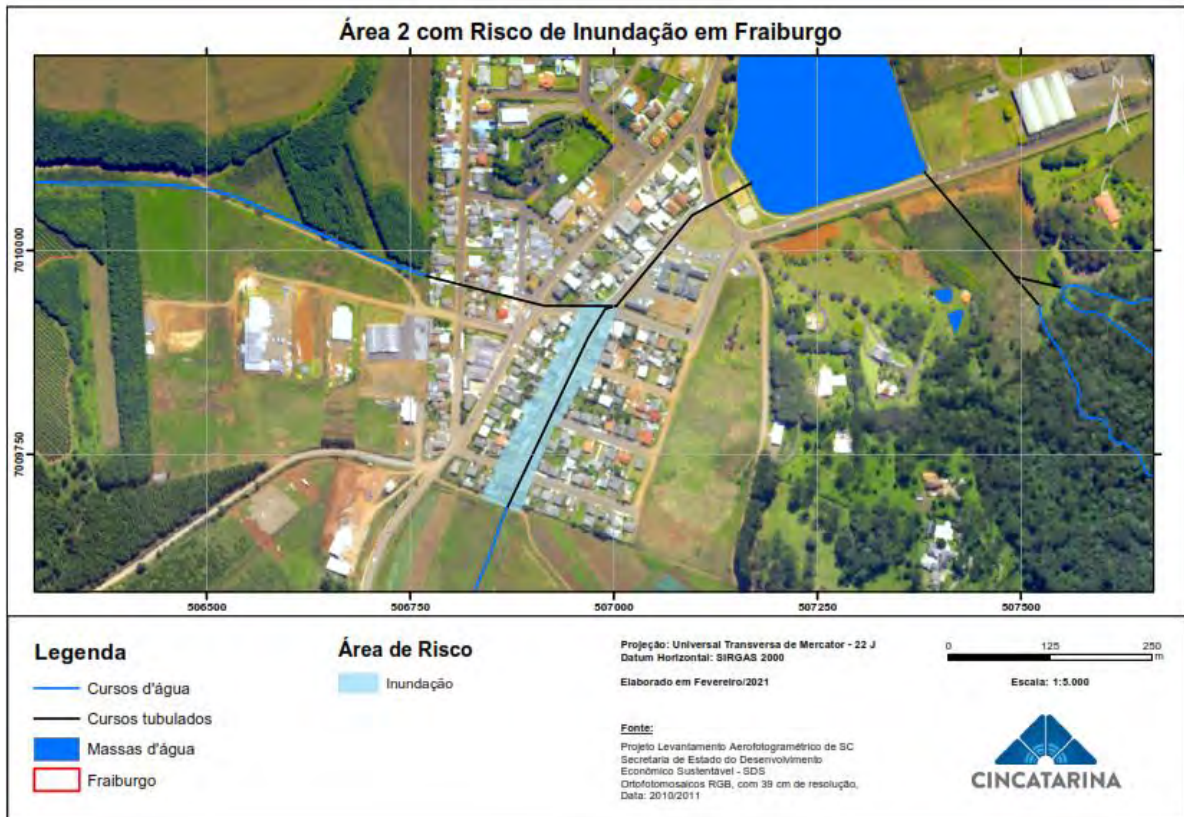


Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 220 ilustra a área 2. Localizada próximo ao Lago das Araucárias. De acordo com o CPRM (2018), também no ano de 2014, ocorreu inundação rápida dessas ruas após uma chuva de 136 mm. Neste evento, a água chegou a atingir 1,0 metro sobre as calçadas. A água extravasou dos arroios São Miguel e Ameixa, nas porções abertas dos canais, e retornou a partir dos bueiros de água e da canalização dos arroios. A água escoou sobre a rua atingindo as frentes de todas as casas sentido nordeste, seguindo pelas ruas Vinte e Cinco de Dezembro e depois pela Vinte e Cinco de Agosto até o Lago das Araucárias.

A área foi caracterizada como grau de risco alto. Em 2018, atingia 25 imóveis<sup>19</sup> e cerca de 100 pessoas.

Figura 220: Área 2 sujeita à inundação na sede urbana de Fraiburgo.

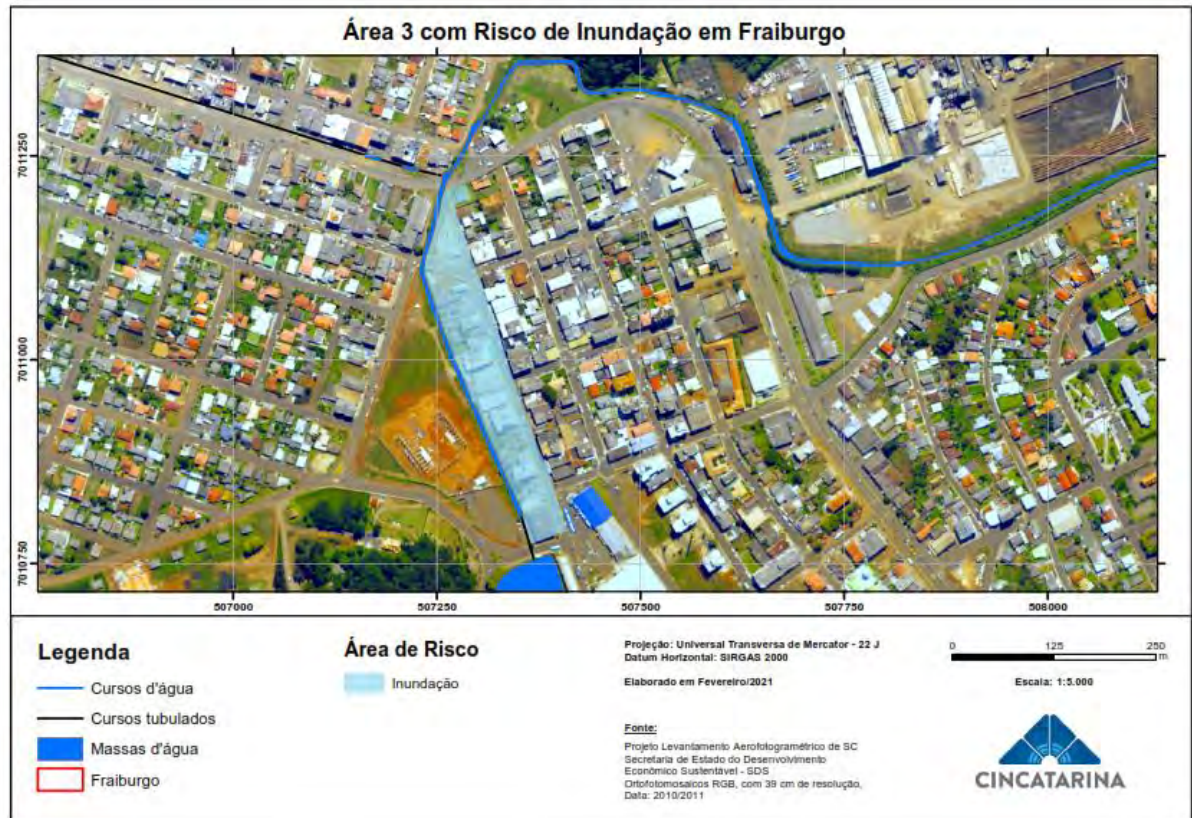


Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 221 apresenta a área 3, localizada no Arroio da Ameixa, depois do Lago das Araucárias. No mesmo evento das duas situações anteriores, em 2014, ocorreu a inundação do Arroio da Ameixa, formador do Lago das Araucárias, que atingiu a área central da cidade, alcançando a praça onde está o ginásio e a avenida Arnaldo Frei. A área foi caracterizada como grau de risco muito alto.

<sup>19</sup> O número de pessoas e moradias é aproximado, devendo a Defesa Civil realizar a contagem exata dentro do setor.

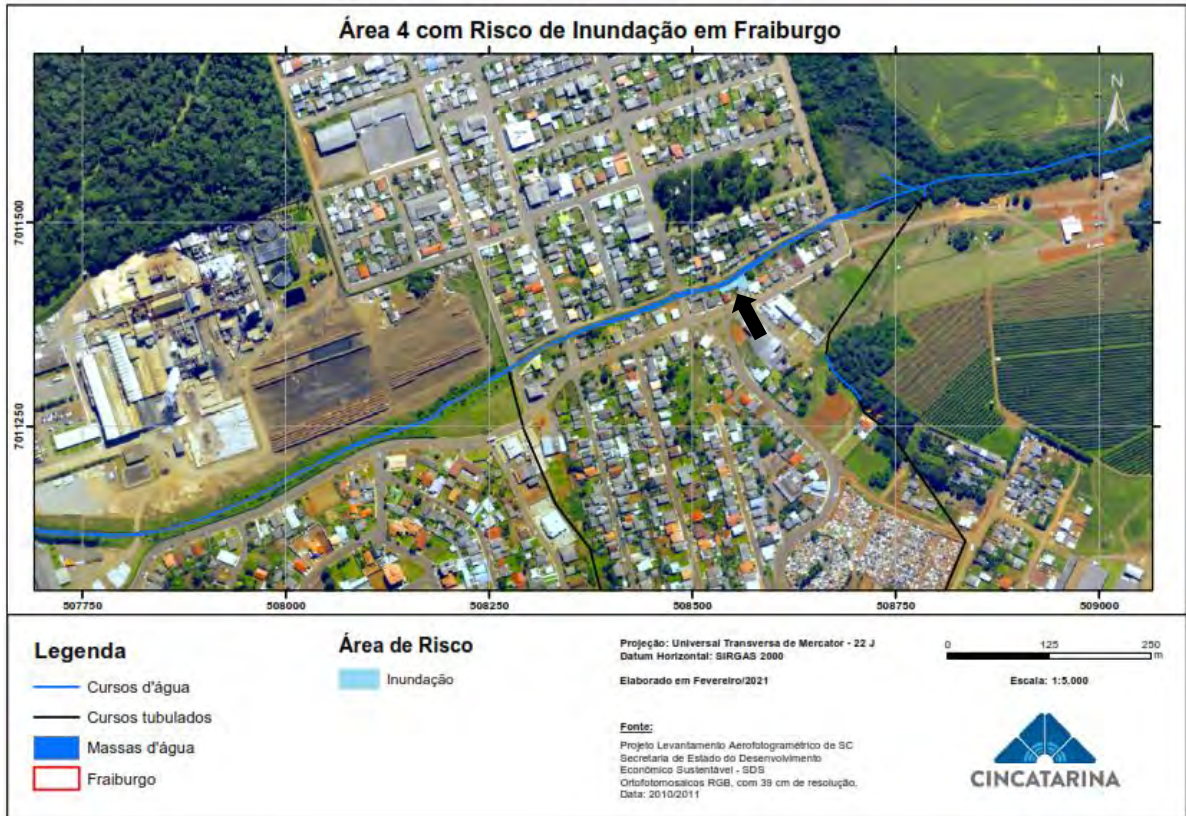
Figura 221: Área 3 sujeita à inundação na sede urbana de Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 222 ilustra a área 4, localizada no Jardim América. Na área, foi observada a ocorrência erosão pluvial e inundação do Arroio Passo Novo. O processo de erosão atingia construções localizadas ao longo da margem direita (CPRM, 2018). Em 2018, a Rua Bolívia, que margeia o lado esquerdo do Arroio Passo Novo, não contava com pavimentação e nem sistema de drenagem pluvial. Conseqüentemente, em períodos de fortes chuvas, o solo da rua acabava sendo carregado para o leito do arroio, contribuindo para o seu assoreamento.

Figura 222: Área 4 sujeita à inundação na sede urbana de Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

### 10.2.3.2. Risco de deslizamento agravado pela ausência de infraestruturas de drenagem

A Figura 223 ilustra a área 1, localizada na Avenida Arthur Kamphorst no Bairro São Miguel.

Esta área se caracteriza pela ocupação em encosta declivosa do tipo corte/aterro. O corte localizado atrás das moradias tem aproximadamente 10 m de altura, com uma declividade de aproximadamente 90 graus. Na frente do corte, foi construída uma contenção do tipo muro de pneus. Em dezembro de 2017, este muro escorregou, atingindo o pátio de uma moradia. O corte apresenta uma camada espessa de solo, do tipo coluvionar no topo (é possível verificar a presença de pequenos blocos de rocha), e residual na porção intermediária. Na base, situa-se a contenção de pneus. Em uma pequena porção do corte, há uma árvore de pequeno porte inclinada, com o solo em sua base apresentando pequenas fissuras. As moradias são mistas, com vulnerabilidade moderada. A tipologia do processo evidenciado é o deslizamento planar solo-solo. A área foi caracterizada como grau de risco alto (CPRM, 2018).

Em 2018, o entorno desta área não possuía pavimentação, nem infraestrutura de drenagem implantada.

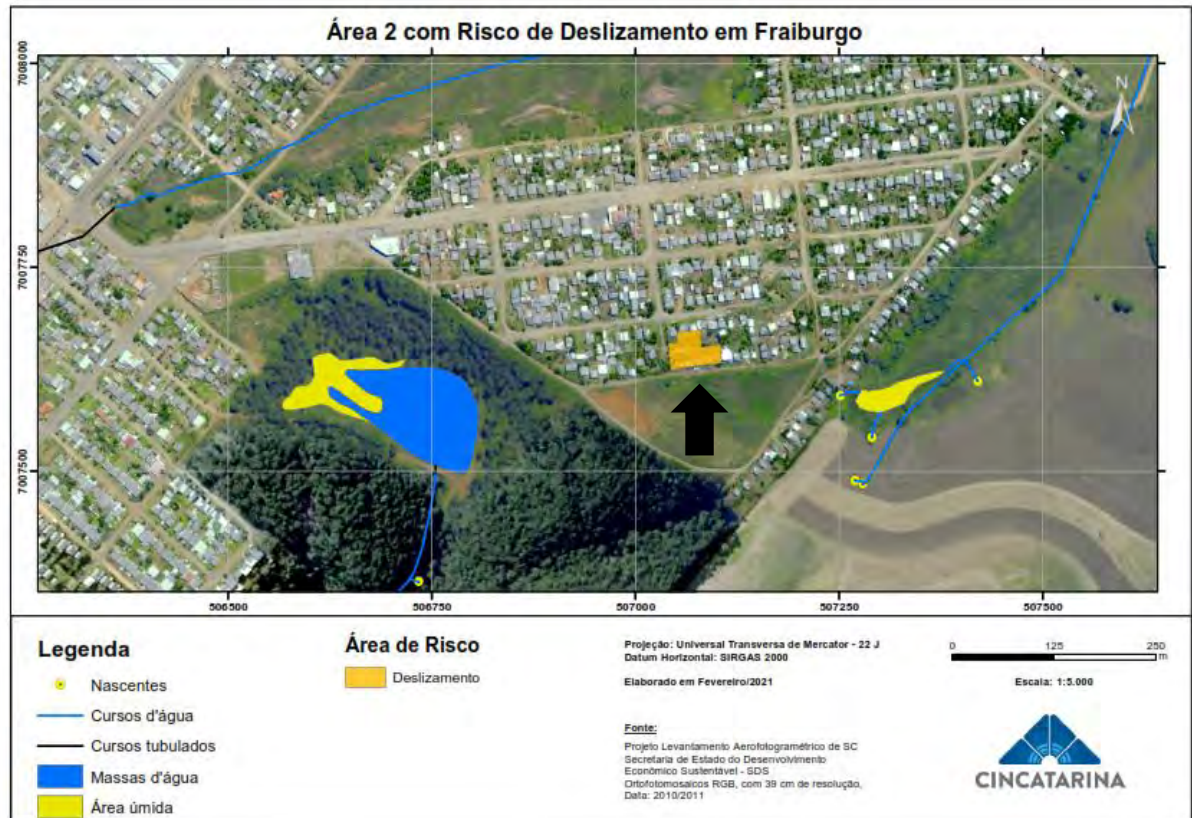
Figura 223 Área 1 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 224 apresenta a área 2, localizada na Rua D, no Bairro São Miguel. De acordo com CPRM (2018), esta área se caracteriza pela ocupação em encosta declivosa do tipo corte/aterro. Há vários cortes situados atrás das moradias, com aproximadamente 3 a 4 m de altura. Em 2018, havia duas moradias situadas logo acima do corte. O corte apresenta solo coluvionar/residual suscetível a deslizamentos de solo. As moradias são de madeira e mistas, com vulnerabilidade alta. Na época do levantamento, as ruas não eram pavimentadas, e ocorria o lançamento de águas servidas na encosta. Foi observado, no setor, indícios de erosão pluvial. Segundo um morador local, há presença de blocos rochosos no solo, e por volta de 2013/2014 ocorreu um evento de pluviosidade elevada que provocou um pequeno deslizamento de solo atrás de uma moradia.

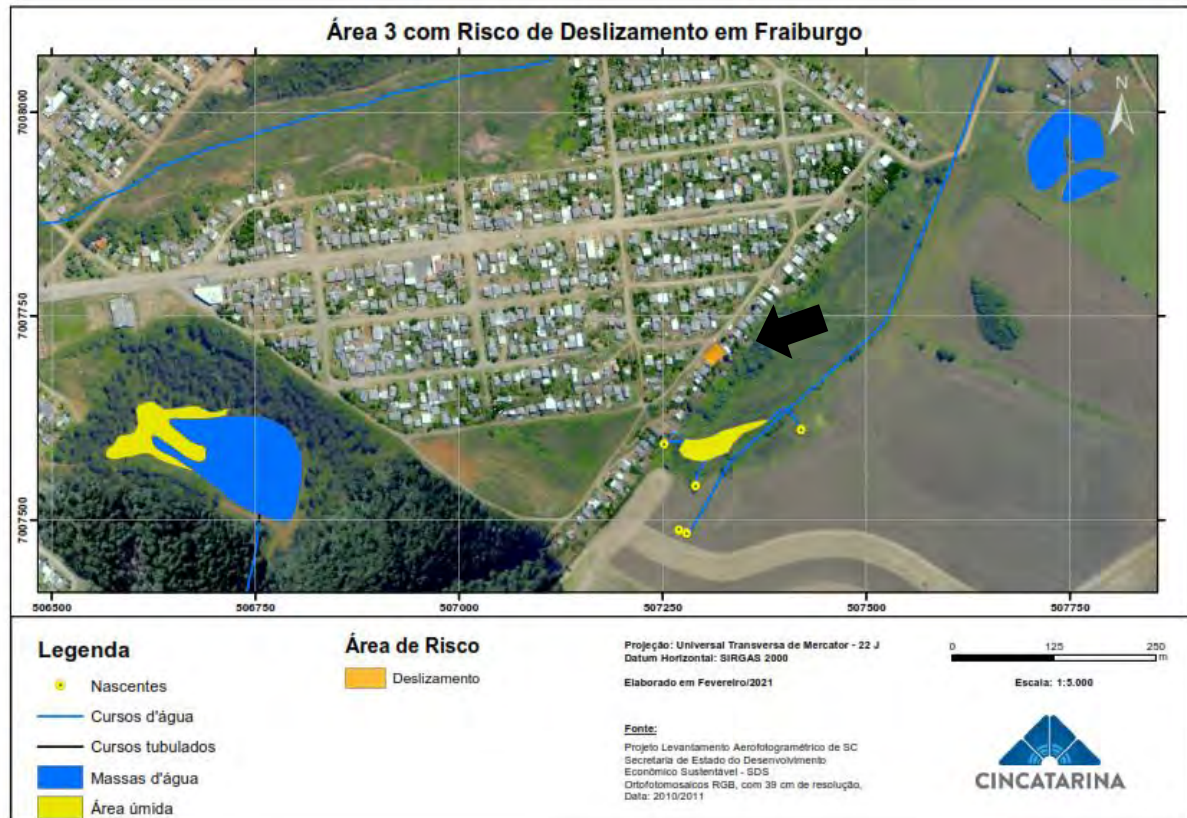
Figura 224: Área 2 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 225 apresenta a área 3, localizada na Rua K, também no Bairro São Miguel. De acordo com CPRM (2018), esta área se caracteriza pela ocupação irregular da base de encosta declivosa do tipo corte/aterro. No local, onde as moradias estão construídas, deveria ser uma rua (área pública). As moradias são de madeira, com vulnerabilidade alta. Em 2018, as ruas não eram pavimentadas e não possuíam infraestrutura de microdrenagem. Foram observados, no setor, sulcos de erosão pluvial, principalmente nas drenagens pluviais da rua em frente às moradias e na área do entorno. A área está sujeita à erosão pluvial e deslizamento planar e foi caracterizada como grau de risco alto (CPRM, 2018).

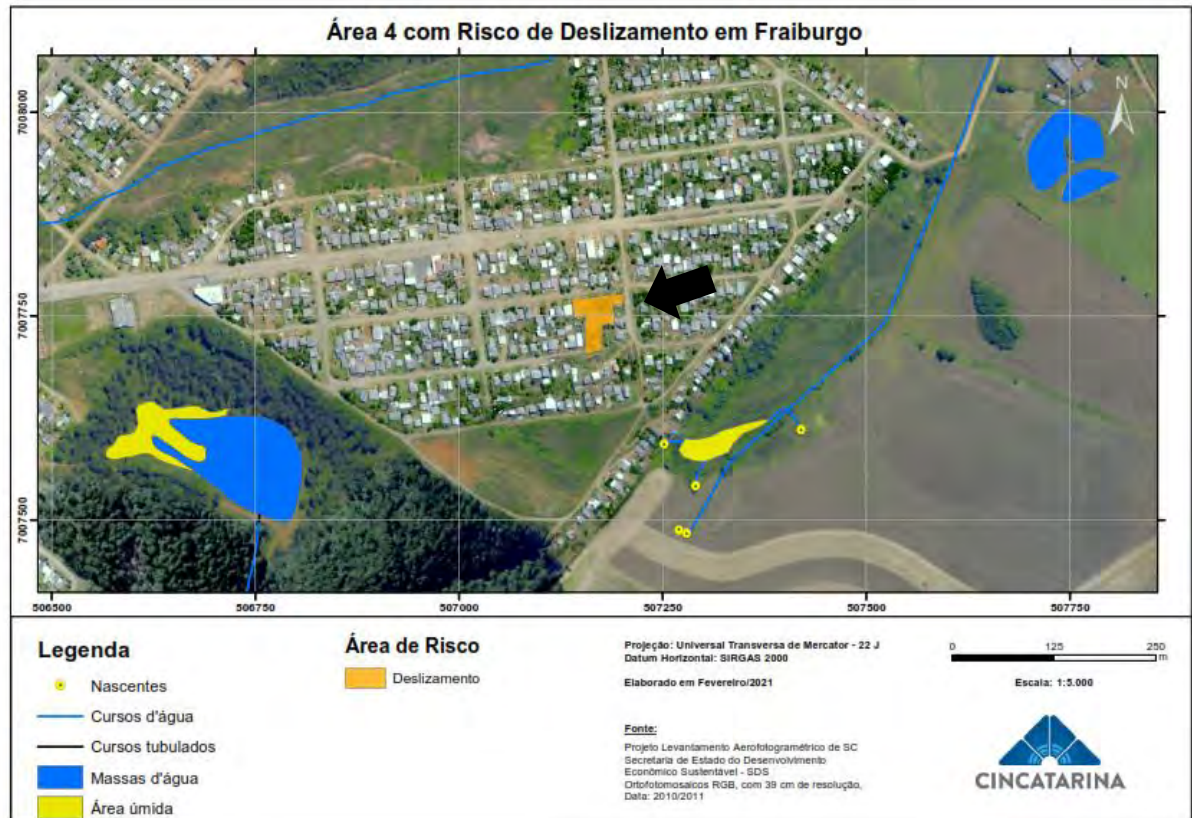
Figura 225: Área 3 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 226 ilustra a área 4, localizada na Rua G, no Bairro São Miguel. De acordo com CPRM (2018), a área se caracteriza pela ocupação irregular dentro de uma cava de uma antiga pedreira, que apresenta taludes verticais. As moradias são de madeira, com vulnerabilidade alta. Observa-se, atrás das moradias situadas próximo ao corte da pedreira, material de solo com pequenos blocos rochosos depositados por pequenos escorregamentos. Em 2018, havia uma pequena moradia situada no meio da encosta, na porção sul. No topo do corte da pedreira, havia uma moradia próxima ao corte, com garagem e depósito de material de construção civil junto a crista do talude. A região está sujeita a deslizamento planar solo-solo e à queda de blocos, e foi caracterizada como grau de risco alto (CPRM, 2018).

Figura 226: Área 4 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 227 apresenta a área 5, localizada na Rua A, no Bairro São Miguel. Esta área também é caracterizada pela ocupação em encosta declivosa do tipo corte/aterro. As moradias são de madeira, com vulnerabilidade alta. Em 2018, as ruas não possuíam pavimentação, a infraestrutura de drenagem pluvial era insuficiente e ocorria o lançamento de água servida. A área está sujeita a deslizamento planar solo-solo e foi caracterizada como grau de risco alto (CPRM, 2018).

Figura 227: Área 5 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 228 ilustra a área 6, localizada na Rua Rosa Molin, Bairro São Miguel. Trata-se de uma ocupação irregular, no topo de uma encosta de alta declividade, onde resíduos são descartados de forma irregular. As moradias são de madeira e mistas, com vulnerabilidade alta. Em 2018, as ruas não eram pavimentadas e a infraestrutura de drenagem pluvial era insuficiente. Além disso, ocorria o lançamento de águas servidas sobre o talude.

A região está sujeita a deslizamento planar solo-solo e foi caracterizada como grau de risco alto (CPRM, 2018).

Figura 228: Área 6 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo.

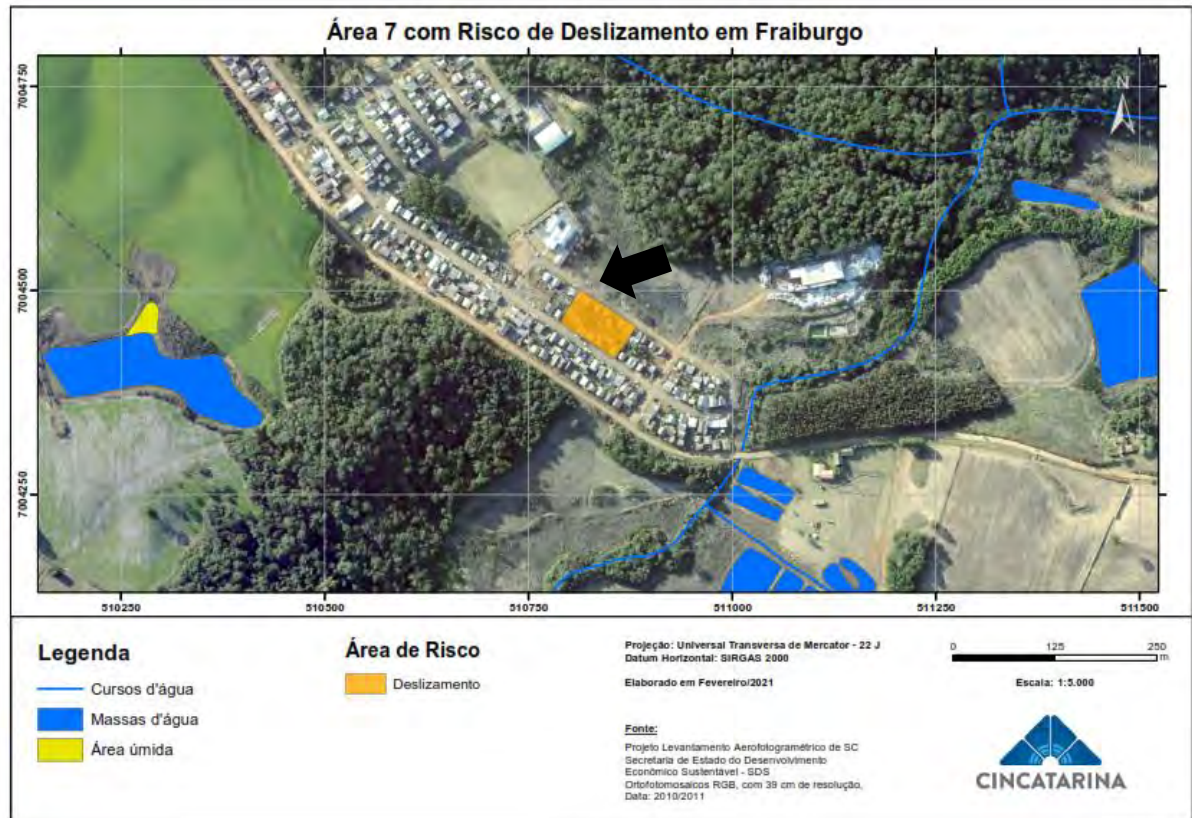


Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 229 apresenta a área 7, localizada na Rua Melrose no Bairro Macieira. Esta região apresenta talude de corte em solo exposto com blocos de rocha esparsos e instáveis, que apresenta extensão aproximada de 85 metros e inclinação de 45°. No topo do talude as casas ficam junto a crista e há sinais de trincas nos muros e paredes destas moradias. As casas que ficam junto ao pé do talude estão sujeitas a serem atingidas pelos blocos e solo no caso de escorregamento. Na casa localizada na rua Melrose 761, foi informado pelo técnico da defesa civil, a existência de rachaduras no solo e que atingiram os fundos da moradia. As moradias são de madeira e mistas, com vulnerabilidade alta (CPRM, 2018).

A região está sujeita a deslizamento planar e queda de blocos e foi caracterizada como grau de risco alto (CPRM, 2018).

Figura 229: Área 7 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo.

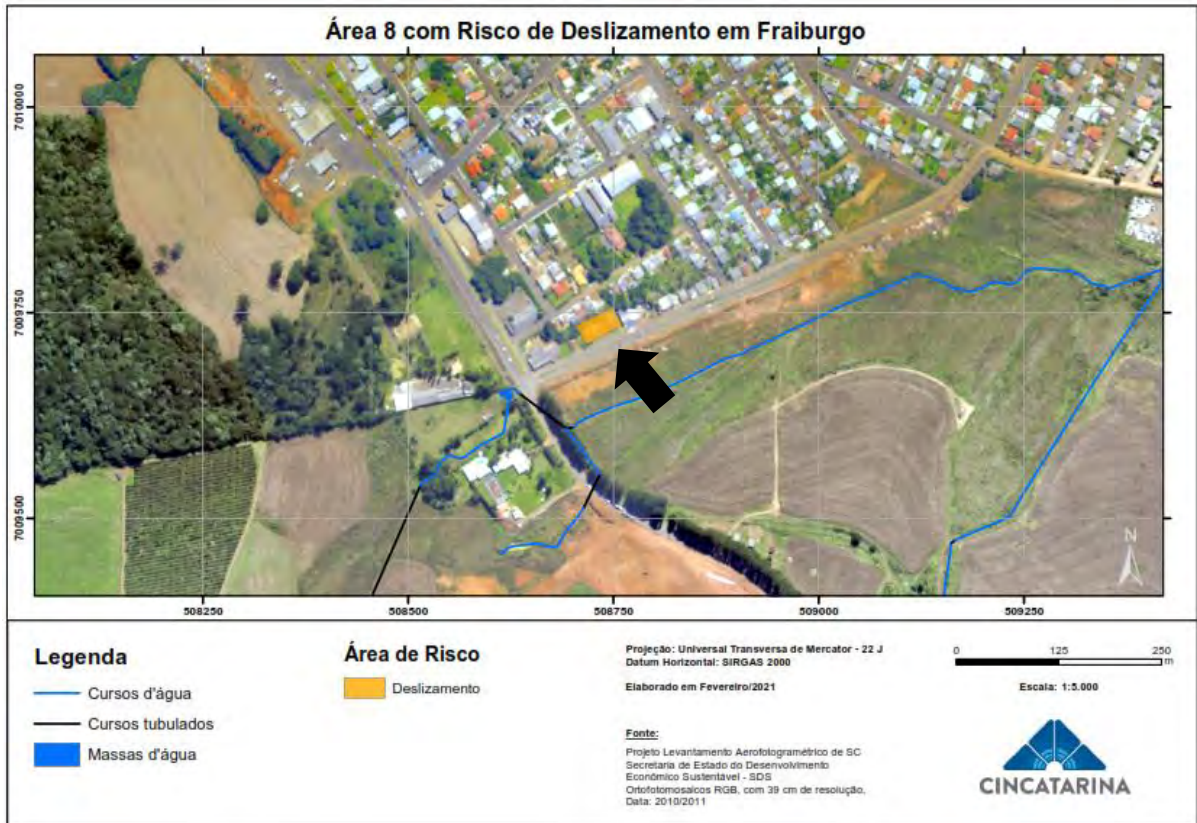


Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 230 ilustra a área 8, localizada na Avenida Presidente Afonso Pena, Bairro Santo Antônio. O CPRM (2018) descreve essa região como sendo um talude de corte em solo e rocha alterada variando para sã, com blocos de rocha esparsos e instáveis ao longo do perfil. O talude apresenta extensão aproximada de 50 metros e inclinação de 85°. No topo do talude as casas ficam junto a crista e há sinais de trincas nos muros que cercam os lotes. As casas que ficam junto ao pé do talude estão sujeitas a serem atingidas pelo solo e blocos no caso de escorregamento ou rolamento. O talude de corte em solo fica próximo a parede de uma casa e sobre a crista existe um muro construído com saída de água pluvial.

O local está sujeito a deslizamento planar e queda de blocos e foi caracterizada como grau de risco alto (CPRM, 2018).

Figura 230: Área 8 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo.



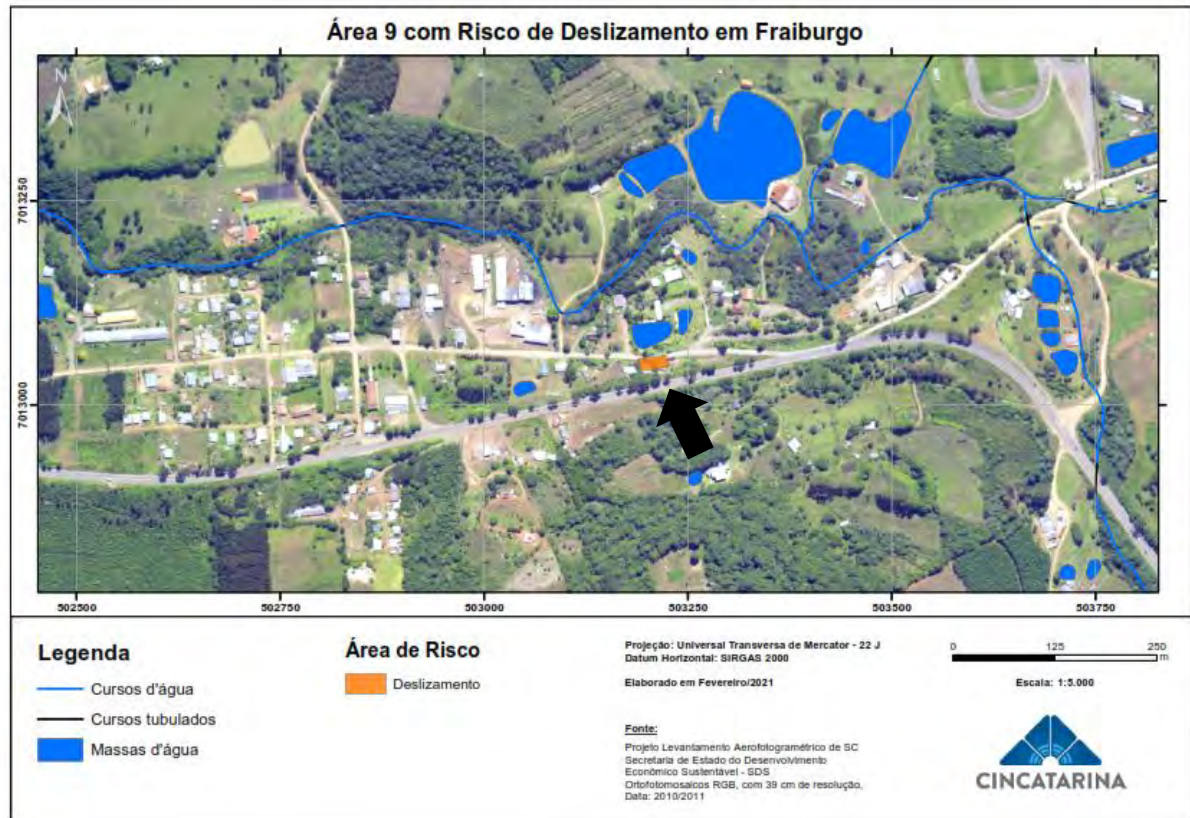
Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

A Figura 231 apresenta a área 9, localizada no acesso à SC 355, Km 38, no Bairro Dez de Novembro. Esta região possui talude de corte em solo, com extensão aproximada de 35 metros e inclinação de 75°, que compõe o corpo estradal da Rodovia estadual SC- 355 (Rodovia da Maça).

As moradias estão na faixa de domínio da rodovia, junto ao pé do talude de corte, onde há uma saída para escoamento das águas pluviais da rodovia, entre duas casas. No topo do talude, fica o acostamento, sem proteção do tipo defensas, e um conjunto de árvores de grande porte. As casas têm o lançamento de águas residuais diretamente no solo. Próximo ao talude de corte, em 2018, foi verificada a deposição de restos de vegetação e resíduos de forma irregular, o que contribui como agente deflagrador de movimentos gravitacionais de massa (CPRM, 2018).

A área está sujeita a deslizamento planar e queda de blocos e foi caracterizada como grau de risco alto (CPRM, 2018).

Figura 231: Área 9 sujeita à movimento de massa em Fraiburgo.



Fonte: Elaboração própria a partir de CPRM (2018).

#### 10.2.4. Operação e manutenção do sistema de drenagem

A responsabilidade pela execução das obras e manutenção da drenagem urbana no Município é da SANEFRAI, criada a partir da Lei Municipal nº 1.737/2003. Para obras de maior porte, normalmente realizadas através de recursos captados, o município contrata através de processo licitatório empresas de engenharia para a realização do serviço.

Existe um cadastro técnico das redes e componentes de drenagem que se encontra desatualizado, porém, nem todos os equipamentos estão devidamente representados no cadastro.

Não há um calendário com frequência estabelecida para manutenção de redes, galerias e outros componentes do sistema de drenagem. Os trabalhos em geral são realizados conforme as necessidades se apresentam. A limpeza de bocas de lobo é realizada por equipe própria com caminhão equipado com hidrojato.

Os pequenos córregos são componentes fundamentais do sistema de macrodrenagem do município, e requerem atenção especial de manutenção. Esses cursos d'água não devem ser canalizados e as travessias de vias urbanas devem

preferencialmente ser realizadas com galerias ou bueiros celulares dimensionados para o adequado escoamento das águas, para manutenção e para que não sejam facilmente obstruídos por qualquer tipo de resíduo que possa limitar sua capacidade de vazão.

#### **10.2.5. Estrutura**

As manutenções e obras de drenagem urbana são executadas por equipes da SANEFRAI, e na maioria das vezes, segundo a própria autarquia, recebem tratamento fundamentado na experiência. Conforme a SANEFRAI, existe equipe designada para os serviços de drenagem.

#### **10.2.6. Sustentabilidade econômico-financeira**

No art. 29 e no seu inciso III da Lei Federal nº 11.445/2007 (Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico – DNSB), consta que:

Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:

III – de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020).

O capítulo V da Lei Municipal nº 2.111/2011 (Política Municipal de Saneamento Básico) dispõe que:

Art. 16 Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada mediante remuneração pela cobrança dos serviços:

I - de abastecimento de água e esgotamento sanitário, preferencialmente na forma de tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos conjuntamente;

II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos, por meio de taxas, tarifas e/ou outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;

III - de manejo de águas pluviais urbanas, por meio de tributos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades (FRAIBURGO, 2011).

Já, o art. 20º da mesma Lei descreve:

Art. 20 A cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva, bem como poderá considerar:  
 I - o nível de renda da população da área atendida;  
 II - as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas (FRAIBURGO, 2011).

No entanto, conforme informações da SANEFRAI, apesar da previsão legal estar vigente, a cobrança pelo serviço de drenagem não foi implementada.

### 10.2.7. Funcionalidade do sistema de drenagem

A funcionalidade do sistema de drenagem é comprometida por fatores descritos ao longo do diagnóstico, destacando-se os seguintes: subdimensionamento de redes e componentes do sistema; deposição de sedimentos e resíduos nas unidades componentes do sistema; falta de manutenção preventiva e corretiva periódicas; adoção de soluções pontuais sem o devido tratamento técnico balizado por plano diretor de drenagem ou projeto básico integrado, que orientem as intervenções de ampliação e manutenção.

### 10.2.8. Redes existentes

O cadastro de redes fornecido pela SANEFRAI se encontra desatualizado. Verificou-se que alguns locais que possuem infraestrutura de drenagem pluvial não têm essa infraestrutura representada no arquivo fornecido. Dessa forma, não é possível quantificar a extensão total das redes instaladas.

Conforme levantado em campo, a maioria das ruas pavimentadas do Município conta com sistema de microdrenagem composto por sistema de captação (bocas de lobo) e condução das águas pluviais. A malha viária do município apresenta a seguinte configuração, de acordo com informações disponibilizadas ao SNIS (2021), Tabela 122.

Tabela 122: Situação da pavimentação da malha viária urbana do município de Fraiburgo.

Tipo de Pavimento	Extensão (km)
<b>Extensão total de vias públicas urbanas</b>	368,93

Tipo de Pavimento	Extensão (km)
<b>Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio</b>	295,15

Fonte: SNIS (2021).

Conforme pode se observar nas Figura 232 a Figura 234, as grelhas utilizadas nas bocas de lobo não possuem um padrão construtivo, o que dificulta a manutenção dos equipamentos.

Figura 232: Modelo de grelha de boca de lobo existente no município (Avenida Caçador).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 233: Modelo de grelha de boca de lobo existente no município (Rua 21 de Abril).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 234: Modelo de grelha de boca de lobo existente no município (Rua Felisbino Pedroso).



Fonte: Acervo próprio.

### 10.2.9. Projetos

O sistema de drenagem integra o conjunto de equipamentos públicos existentes na área urbana e é pertinente que seja planejado de forma integrada com os demais equipamentos e infraestruturas urbanas, abrangendo as redes de água, de esgotamento sanitário, de cabos elétricos e telefônicos, pavimentação de ruas, guias e passeios, parques, áreas de recreação e lazer, entre outros. Em relação às outras infraestruturas urbanas, o sistema de drenagem tem uma particularidade: o escoamento de águas pluviais sempre ocorrerá, independente de existir ou não um sistema de drenagem adequado. A qualidade da concepção e do dimensionamento desse sistema é que determinará se os benefícios ou prejuízos à população serão maiores ou menores.

As precipitações pluviométricas escoam seguindo a declividade natural das bacias hidrográficas, e o perfeito conhecimento topográfico destas bacias é essencial ao sucesso de um projeto de drenagem. Assim, é recomendado que o município se utilize do levantamento aerofotogramétrico realizado pelo Estado, para viabilizar o desenvolvimento de projeto básico de drenagem urbana, peça fundamental em que se orientam todas as intervenções futuras no sistema.

No que diz respeito a aprovação de projetos para novos parcelamentos, a Lei Municipal nº 323/2024 veda, em seu artigo 8º, o parcelamento do solo e condomínio edilício horizontal:

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, de acordo com o Cartograma de Restrições Ocupacionais da Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo, antes de tomadas as medidas saneadoras e assegurado o escoamento das águas, de acordo com o licenciamento ambiental que venha ser exigido (FRAIBURGO, 2024).

Além disso, a legislação prevê a obrigatoriedade de apresentação de “projeto detalhado da rede de escoamento das águas pluviais e superficiais, canalização em galerias ou canal aberto e das obras complementares necessárias, com indicação das obras de sustentação, muros de arrimo, pontilhões e demais obras necessárias a conservação dos novos logradouros” (FRAIBURGO, 2024).

Ainda, o artigo 11 da referida lei determina que as ações de parcelamento do solo e de implantação de condomínios edifícios horizontais devem considerar “a conservação e manutenção das condições hidrológicas originais das bacias e alternativas de amortecimento da vazão pluvial, bem como as características hidrológicas de cada região” (FRAIBURGO, 2024).

Por fim, o artigo 41 estabelece que, nas quadras com lotes de soleira baixa, deve ser reservada uma faixa sanitária para o escoamento de águas pluviais e para a rede de esgoto sanitário. Esta faixa deverá ser localizada nos fundos dos lote ou talvegues (FRAIBURGO, 2024).

No que se refere às instalações de águas pluviais nas edificações, a Lei Municipal nº 322/2024, que estabelece o Código de Edificações, prevê a coleta de água dos telhados e a interligação da água do lote à através de tubulação sob a calçada, vendando o lançamento das águas para o passeio.

Além disso, o Código de Edificações determina, como medida para amortecimento dos picos de vazão, que as edificações residenciais multifamiliares e não residenciais, com área de projeção de cobertura superior a 250 m<sup>2</sup> devem prever a instalação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, com reservatório de capacidade mínima de 250 litros.

Segundo a SANEFRAI, não existem projetos de macrodrenagem com execução a iniciar ou em andamento.

### 10.2.10. Intensidade, duração e frequência – IDF

O dimensionamento dos projetos de drenagem é baseado na intensidade máxima de chuva associada a um risco de ser atingida ou superada, em função do período de retorno definido. O período de retorno, também conhecido como período de recorrência ou tempo de recorrência, é o intervalo de tempo estimado de ocorrência de um determinado volume de precipitação pluviométrica, sendo que a probabilidade de sua ocorrência é representada matematicamente pelo inverso do período de retorno. O município é o responsável por decidir o risco aceitável, ou seja, a proteção que será conferida às obras através da definição do período de retorno que os projetistas devem utilizar nos cálculos. Quanto maior o período de retorno adotado, menor a probabilidade da ocorrência do volume de precipitação pluviométrica de projeto e, portanto, maior a proteção conferida à população. No entanto, maiores serão os custos dos investimentos e o porte das intervenções.

Salvo aplicação de critérios técnicos específicos do período de retorno, podem ser utilizados os valores do Tabela 123, sugeridos pelo DAEE/CETESB (1980).

Tabela 123: Períodos de retorno em função da ocupação da área.

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
<b>Microdrenagem</b>	Residencial	2
	Comercial	5
	Edifícios de serviços ao público	5
	Aeroportos	2 a 5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10
<b>Macro drenagem</b>	Áreas comerciais e residências	50 a 100
	Áreas de importância específica	500
<b>Grandes centros urbanos</b>	Sem Dique	25
	Com Dique	100
<b>Pequenos centros urbanos</b>	Sem Dique	10
	Com Dique	50
<b>Pequenos canais para drenagem urbana</b>		5 a 10
<b>Bocas de lobo</b>		1 a 2

Fonte: DAEE/CETESB (1980).

A dificuldade na obtenção de equações de intensidade, duração e frequência das chuvas (IDF) estão na falta de registros pluviométricos nos pequenos períodos de duração. Algumas metodologias foram desenvolvidas para obtenção de chuvas de menor duração e maior intensidade, a partir dos dados pluviométricos da precipitação de 1 (um) dia.

No livro denominado “*Chuvas Intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina (2013)*”, da autoria de Álvaro José Back, são apresentados os dados obtidos de 177 estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas e 20 estações pluviométricas da Epagri. Para cada estação, foram estabelecidas as relações entre chuvas de diferentes durações e as equações de chuvas intensas.

Em relação à Fraiburgo, foram utilizados os dados da estação 02650019 – Lebon Régis, sendo que a série utilizada foi o período de 1977 a 2005. A estação 02650019 – Lebon Régis, está localizada na Latitude 26°55'48"S e Longitude 50°41'17"O; a uma altitude de 1000 metros. A estação pluviométrica localiza-se a 26 km da sede do município de Fraiburgo que faz divisa com Lebon Régis.

A equação adotada que relaciona os três aspectos da chuva, intensidade-duração-frequência é expressa pela fórmula:

$$i = \frac{K \times T^m}{(t + b)^n}$$

Onde:

i é a intensidade média máxima da chuva (mm/h);

T é o tempo de retorno (anos);

t é a duração da precipitação (minutos);

K, m, b, n, são parâmetros da equação determinados para cada local.

Para durações de 5 minutos a 2 horas, de 2 horas até 24 horas os parâmetros da equação são os seguintes, Tabela 124:

Tabela 124: Parâmetros para o município de Fraiburgo.

Parâmetros	5 min ≤ t ≤ 2 h	2 h < t < 24 h
<b>K</b>	780,98	1.317,78
<b>m</b>	0,170	0,185
<b>b</b>	8,95	24,19
<b>n</b>	0,7	0,816

Fonte: Back (2013).

Abaixo está apresentada a Tabela 125, construída a partir da fórmula ajustada para Fraiburgo, com intensidade das chuvas em mm/h para diferentes tempos de retorno e de duração.

Tabela 125: Intensidade da chuva, em mm/h, para o município de Fraiburgo.

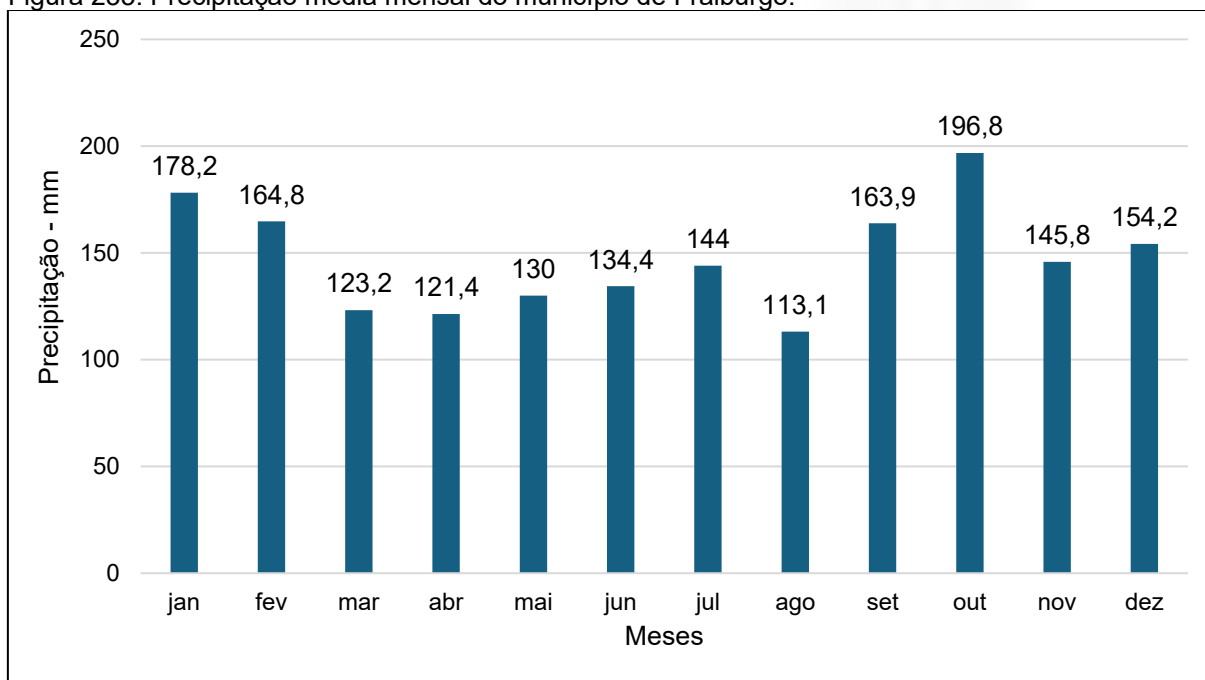
Duração (min)	Intensidade das chuvas em mm/h						
	Período de Retorno (anos)						
	2	5	10	20	25	50	100
5	138,9	162,3	182,6	205,4	213,3	240,0	270,0
10	112,1	131,0	147,3	165,8	172,2	193,7	217,9
15	95,1	111,2	125,1	140,7	146,1	164,4	185,0
20	83,3	97,3	109,5	123,2	128,0	144,0	162,0
25	74,5	87,1	98,0	110,2	114,5	128,8	144,9
30	67,7	79,1	89,0	100,1	104,0	117,0	131,6
35	62,2	72,7	81,8	92,0	95,5	107,5	120,9
40	57,7	67,4	75,8	85,3	88,6	99,7	112,2
45	53,9	63,0	70,8	79,7	82,8	93,1	104,8
50	50,6	59,2	66,6	74,9	77,8	87,5	98,5
55	47,8	55,9	62,9	70,8	73,5	82,7	93,0
60	45,4	53,0	59,7	67,1	69,7	78,4	88,2
75	39,5	46,2	52,0	58,5	60,7	68,3	76,9
90	35,2	41,2	46,3	52,1	54,1	60,9	68,5
105	31,9	37,3	42,0	47,2	49,0	55,2	62,1
120	29,3	34,2	38,5	43,3	45,0	50,6	56,9
150	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1
180	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
240	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
300	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
360	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
420	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
480	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
600	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
720	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
840	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
960	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
1.080	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
1.200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
1.320	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
1.440	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Fonte: Calculado a partir de Back (2013).

### 10.2.11. Precipitação pluviométrica

Para a determinação da precipitação pluviométrica média mensal, foram utilizados os dados de Back (2020), disponibilizados por meio do programa HidroClima, que calcula e divulga informações climáticas e hidrológicas do Estado de Santa Catarina, Figura 235.

Figura 235: Precipitação média mensal do município de Fraiburgo.

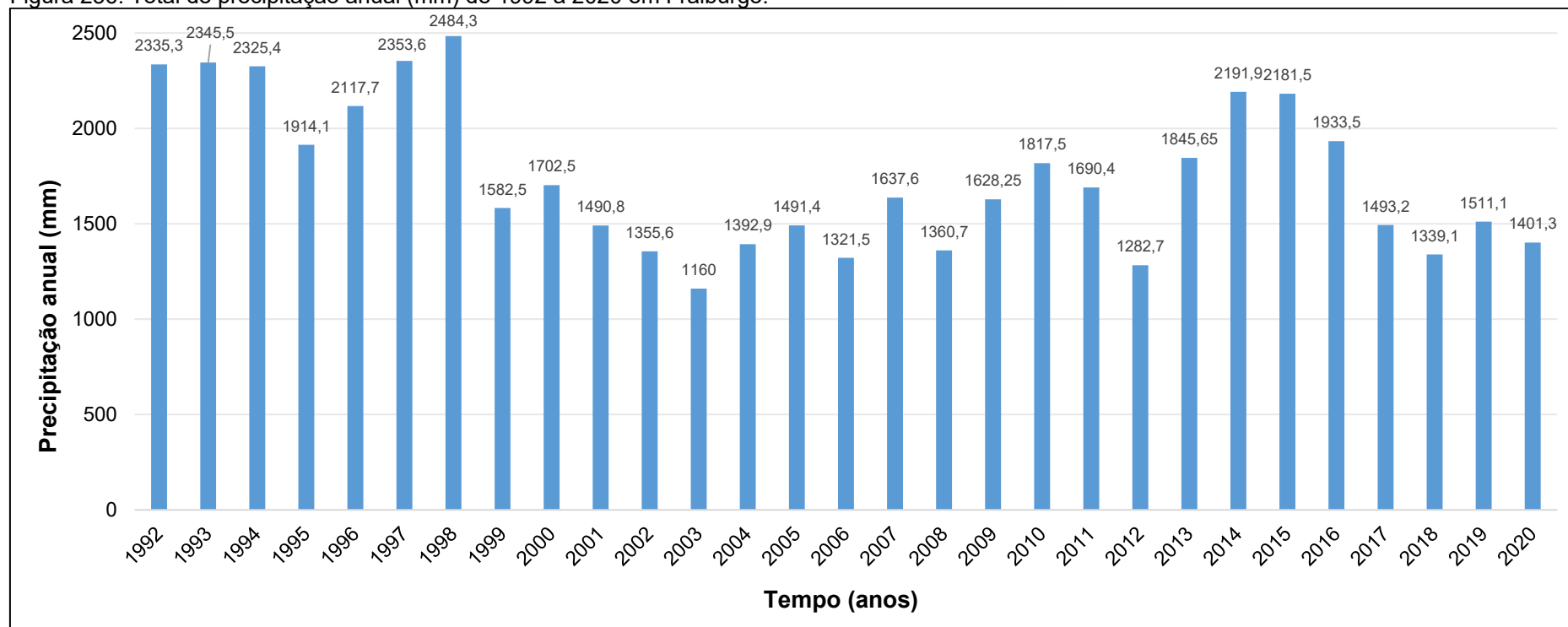


Fonte: BACK (2020)

Historicamente, o mês mais chuvoso é outubro, com média de mais de 196 mm, enquanto o mês mais seco é agosto, com média de 113,1 mm.

Para a determinação da precipitação anual, foram utilizados dados da estação pluviométrica '02650019 – *Lebon Régis*', obtidos no Sistema de Informações Hidrológicas (SNIRH) da Agência Nacional de Águas (ANA), no período de 1992 a 2020. Os meses com dados faltantes foram preenchidos fazendo-se a média entre os dados das estações de '02650035 – *Caçador*' e '02751022 – *Irakitan*', Figura 236.

Figura 236: Total de precipitação anual (mm) de 1992 a 2020 em Fraiburgo.



Fonte: Elaborado a partir de SNIRH (2020).

Na Tabela 126, são apresentados os 10 (dez) maiores eventos de precipitação diária ocorridos no município, levando em consideração o período entre 1976 e 2020. Essas informações ajudam a caracterizar os principais eventos hidrológicos ocorridos no município.

Tabela 126: Máxima precipitação diária entre 1976 e 2020 em Fraiburgo.

Ordem	Data	Máxima precipitação diária
1º	21/03/2013	200,3
2º	03/07/1999	112,6
3º	29/02/1980	111,2
4º	20/06/1997	100,3
5º	17/10/1987	98,3
6º	10/11/2001	98,3
7º	09/05/1979	98,2
8º	07/07/1983	96,2
9º	11/10/1997	95,4
10º	25/11/1993	95,0

Fonte: SNIRH (2020).

#### 10.2.12. Leptospirose x Precipitação

Doença infecciosa febril, de início abrupto, cujo espectro pode variar desde um processo inaparente até formas graves. Trata-se de uma zoonose causada por uma bactéria encontrada na urina de ratos e outros animais, transmitida, na maioria das vezes, através do contato com as águas, com a lama trazida por inundações e alagamentos, com os alimentos contaminados, ou mesmo pelo solo contaminado por animais portadores da *leptospira* (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Apresenta elevada incidência em regiões onde os sistemas de drenagem se encontram comprometidos. O alto custo hospitalar e perdas de dias de trabalho estão associados à doença, além do risco de letalidade, que pode chegar a 40%, nos casos mais graves.

Sua ocorrência está relacionada às precárias condições de infraestrutura sanitária e à alta infestação de roedores infectados. As inundações propiciam a disseminação e a persistência do agente causal no ambiente, facilitando a ocorrência de surtos.

A situação da leptospirose em Fraiburgo, segundo a Sala de Apoio à Gestão Estratégica (SAGE) do Ministério da Saúde, é apresentada na Tabela 127.

Tabela 127: Situação da incidência e letalidade da leptospirose em Fraiburgo.

Ano	Taxa de incidência (cada 100 mil habitantes)	Letalidade
2002	2,91	0
2007	2,86	0
2011	2,88	0
2014	2,79	0

Fonte: SAGE (2020).

### 10.2.13. Áreas-Problema

#### 10.2.13.1. Metodologia para identificação das áreas-problema

Para o diagnóstico da drenagem urbana, foi utilizada a metodologia de Silva *et al.* (2004), aperfeiçoada por Silva Junior *et al.* (2018) na Avaliação dos indicadores de fragilidade do sistema de drenagem urbana de um bairro em Olinda-PE.

Essa metodologia baseia-se na realização de vistorias técnicas às “áreas problema - AP” para ampliar a compreensão do processo evolutivo dos alagamentos, bem como identificar os pontos mais vulneráveis do sistema de microdrenagem e do seu corpo receptor e avaliar a manifestação dos Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS) de natureza ambiental, tecnológica e institucional.

Cada AP recebe um indicador que caracteriza o somatório das relevâncias dos Indicadores de Fragilidade do Sistema, designado por **Índice Geral de Fragilidade – IGF**. O sistema de pontuação permite estabelecer a hierarquização dos principais problemas a serem atacados. Na obtenção do **IGF**, foram atribuídos pesos aos problemas de natureza institucional, tecnológica e ambiental nos valores de 1, 2, e 3, respectivamente (Tabela 128 e Tabela 129).

A definição de valores do IGF para cada AP serve também como referência para a partida de um processo permanente de planejamento do sistema estudado. O Prognóstico é montado a partir da definição de diretrizes, objetivos e metas estabelecidas, partindo-se então para a identificação dos diversos tipos de serviços e ações a serem propostas com vistas a resolver os problemas identificados.

Tabela 128: Fatores que afetam o sistema de drenagem pluvial.

Natureza	Fatores	Abordagem
<b>Climatológico</b>	Regime de chuvas intensas	Representatividade da equação; Intensidade x Duração e Frequência.
<b>Ambiental</b>	Arranjo do traçado urbano	Interação com a topografia; Respeito ao sistema natural de drenagem.
	Uso do solo	Nível de impermeabilização dos terrenos; Erodibilidade dos terrenos; Ocupação marginal dos corpos receptores.
	Padrões de conforto das vias	De pedestres; De grande fluxo de veículos e de pedestres; De grande fluxo de veículos e baixo fluxo de pedestres; De médio movimento; De acesso local.
	Interação com demais equipamentos de saneamento urbano	Lançamento de efluentes domésticos na rede; Lançamento de outros efluentes na rede; Deposição de lixo nas galerias e canais; Dispersão de sedimentos nas vias.
<b>Tecnológico</b>	Estrutura de microdrenagem	Dimensão dos dispositivos hidráulicos; Padrão construtivo; Adequação do conjunto de dispositivos; Manutenção e conservação dos dispositivos.
	Estrutura de macrodrenagem	Dimensão dos dispositivos hidráulicos; Padrão construtivo; Adequação do conjunto de dispositivos; Manutenção e conservação dos dispositivos.
<b>Institucional</b>	Aspectos gerenciais	Interatividade dos componentes; Aporte financeiro no orçamento; Recursos humanos; Planejamento das ações e estudos existentes.
	Aspectos legais	Existência de normas e outros instrumentos; Aplicação dos dispositivos.

 Fonte: Silva *et al.* (2004).

Tabela 129: Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS).

Natureza	Indicadores
<b>Tecnológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ineficiência do escoamento nas vias;</li> <li>- Ineficiência dos dispositivos de coleta;</li> <li>- Ineficiência da capacidade de transporte dos condutos;</li> <li>- Demanda de soluções de maior custo;</li> <li>- Redução da vida útil dos equipamentos;</li> <li>- Redução da vida útil dos pavimentos.</li> </ul>
<b>Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Degradação física de terrenos;</li> <li>- Instabilidade estrutural dos terrenos adjacentes às galerias;</li> <li>- Favorecimento da produção de sedimentos;</li> <li>- Diminuição da recorrência das cheias mais significativas;</li> <li>- Restrição à implantação de áreas de inundação;</li> <li>- Interferência inadequada no trânsito de veículos;</li> <li>- Interferência inadequada no movimento de pedestres;</li> <li>- Ocorrências de alagamentos;</li> <li>- Contaminação de corpo receptor;</li> <li>- Potencialização do aumento dos índices de insalubridade da população marginal ao corpo receptor;</li> <li>- Deposição de sedimentos nas vias públicas;</li> <li>- Assoreamento do corpo receptor.</li> </ul>
<b>Institucional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevação dos gastos com manutenção dos equipamentos;</li> <li>- Elevação dos gastos com conservação;</li> <li>- Aumento da demanda de recursos financeiros para implantação de obras;</li> </ul>

Natureza	Indicadores
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda de credibilidade da administração pública;</li> <li>- Desgastes das relações interinstitucionais;</li> <li>- Ineficiência operacional;</li> <li>- Perda de oportunidade de arrecadação financeira;</li> <li>- Deterioração da possibilidade de aplicação de recursos legais e normativos.</li> </ul>

Fonte: Silva *et al.* (2004), Silva Junior (2018), adaptado por CINCATARINA.

### 10.2.13.2. Análise das áreas-problema atuais

Em visitas técnicas ao município, realizadas em agosto, setembro, outubro e novembro de 2022, foram verificadas as regiões que sofrem com transtornos quando da ocorrência de eventos pluviais. Os locais foram indicados através da pesquisa de satisfação on-line, pela SANEFRAI ou ainda indicadas no diagnóstico socioambiental do município.

Foram consultados proprietários das residências e/ou dos comércios locais sobre a existência e frequência dos eventos. Os locais observados encontram-se resumidos na Tabela 130.

Tabela 130: Áreas-problema identificadas.

Área-problema	Localização
<b>AP-01</b>	Avenida Brasil
<b>AP-02</b>	Avenida Caçador
<b>AP-03</b>	Avenida Guerino Agostini
<b>AP-04</b>	Rua 21 de Abril – Rua 1º de Janeiro
<b>AP-05</b>	Rua Almirante Tamandaré
<b>AP-06</b>	Rua Antônio Zonta
<b>AP-07</b>	Avenida Alípio Jung
<b>AP-08</b>	Rua Dom Daniel Hostim
<b>AP-09</b>	Rua Felisbino Pedroso
<b>AP-10</b>	Rua Guilherme Fantiel – Avenida Miguel Nivicki
<b>AP-11</b>	Rua João Paulo I
<b>AP-12</b>	Rua José Carlos Macedo Marques
<b>AP-13</b>	Rua João Marques Vieira
<b>AP-14</b>	Rua Piauí
<b>AP-15</b>	Rua Rio Grande do Sul
<b>AP-16</b>	Rua Rose Mari C Rocha
<b>AP-17</b>	Rua Santos Dumont
<b>AP-18</b>	Rua São Paulo
<b>AP-19</b>	Rua Vito Pisetta (fundos)
<b>AP-20</b>	Rua Carlos Maister
<b>AP-21</b>	Avenida Guilherme Pinz
<b>AP-22</b>	Avenida Presidente Afonso Pena
<b>AP-23</b>	Rua B
<b>AP-24</b>	Rua dos Andrades

Área-problema	Localização
AP-25	Rua Projetada 1

Fonte: Elaboração própria.

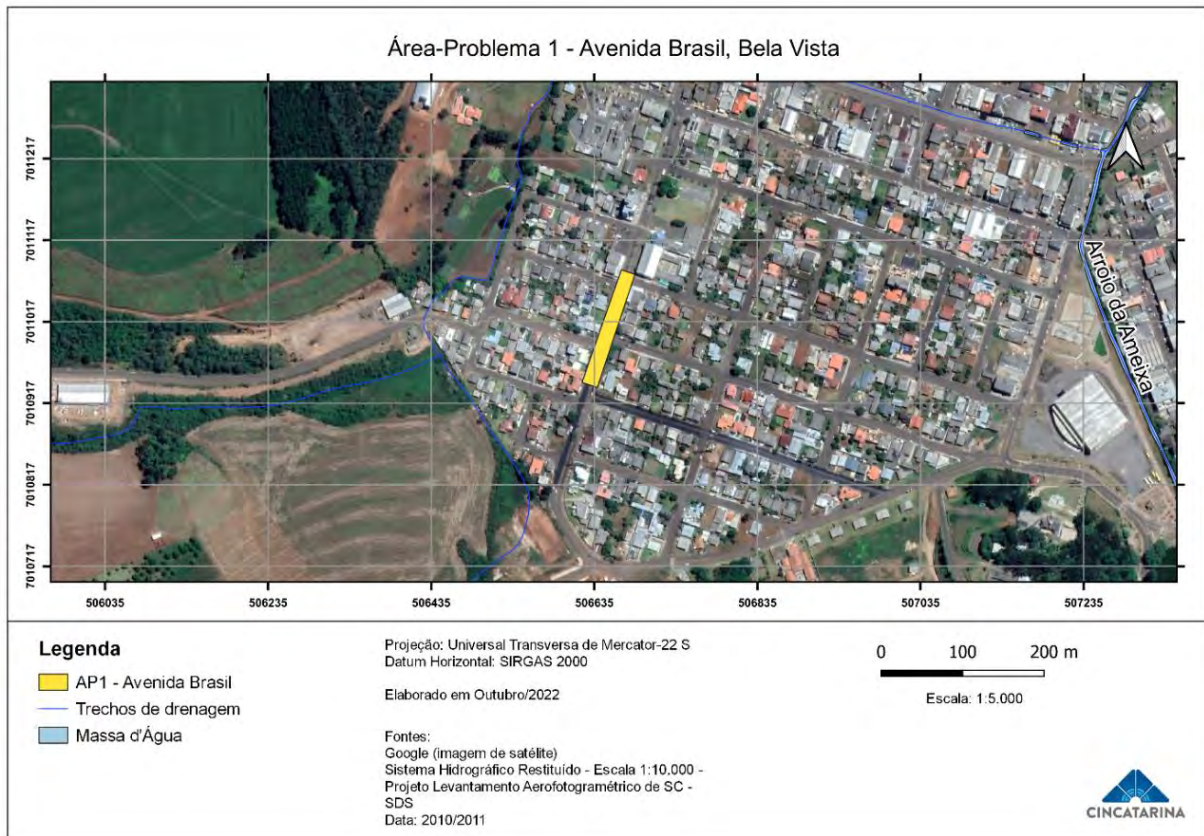
### 10.2.13.3. Descrição das áreas-problema identificadas

A seguir são descritas as áreas-problema levantadas durante as visitas ao Município.

- AP-01 – Avenida Brasil

Em levantamento realizado em agosto de 2022, verificou-se que a Avenida Brasil, Figura 237, possuía infraestrutura de pavimentação em bom estado de conservação, com meio-fio e bocas de lobo. Esta localidade foi indicada no Diagnóstico Socioambiental como uma região propícia a inundações. Na visita técnica, verificou-se conformidade na questão quantitativa de bocas de lobo, assim como sua localização. Por outro lado, verificou-se evidente falta de manutenção, ocasionando obstruções dos dispositivos de drenagem (Figura 238 e Figura 239).

Figura 237: Localização da AP-01.



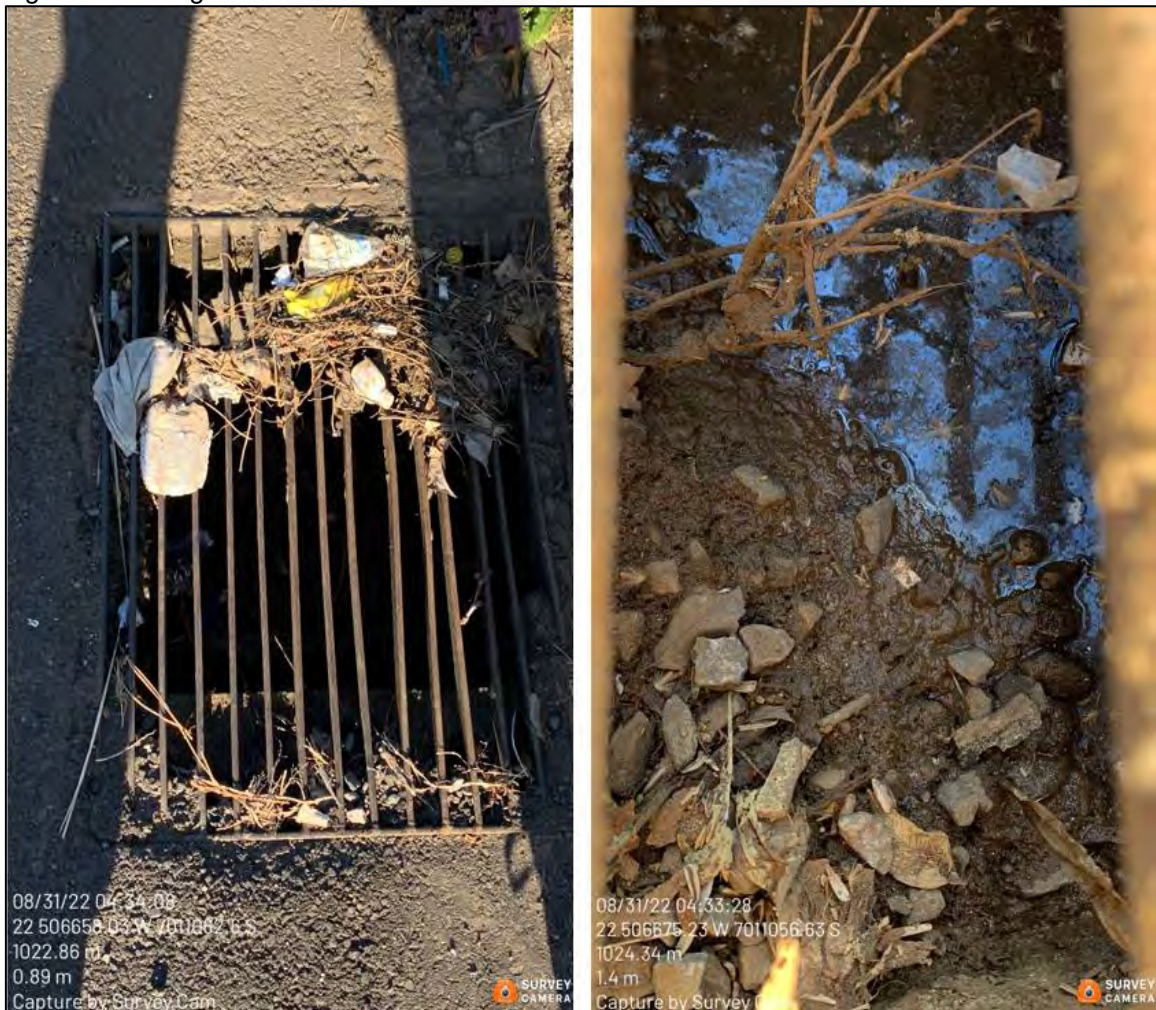
Fonte: Elaboração própria.

Figura 238: Imagem de boca de lobo da AP-01 – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 239: Imagem de boca de lobo da AP-01 – 08/2022.



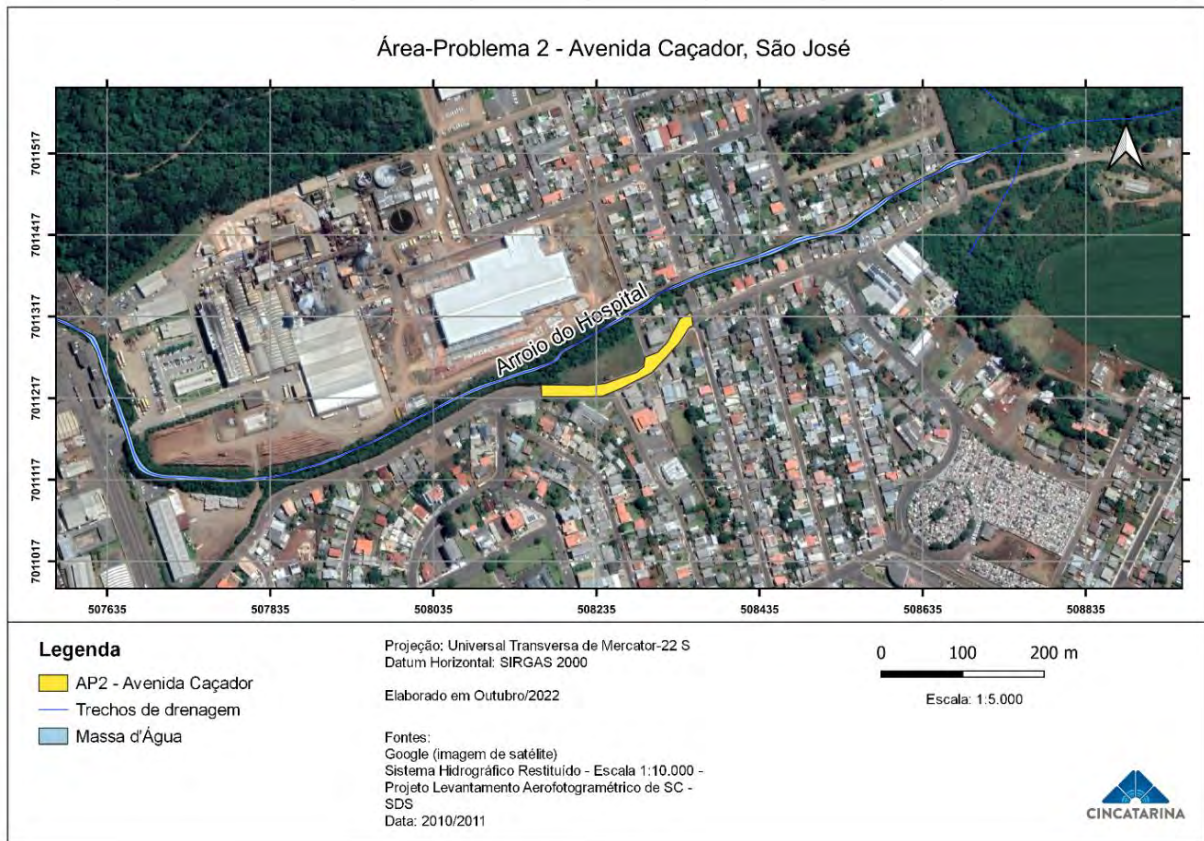
Fonte: Acervo próprio.

Segundo os técnicos da SANEFRAI, em 2024, as bocas de lobo da via já haviam sido desobstruídas pelo caminhão hidrojato e os problemas foram aparentemente sanados.

- AP-02 – Avenida Caçador

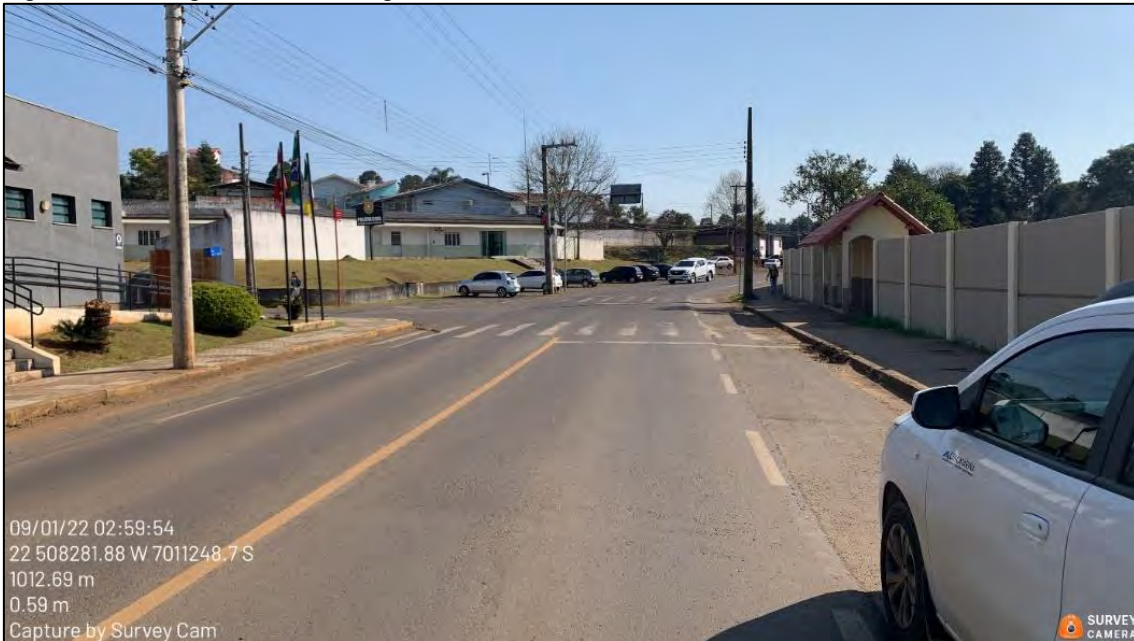
Em levantamento realizado em setembro de 2022, observou-se que a Avenida Caçador, Figura 240 e Figura 241, possuía infraestrutura de pavimentação em bom estado de conservação, com meio-fio e bocas de lobo. Esta localidade foi indicada no Diagnóstico Socioambiental como uma região propícia a inundações.

Figura 240: Localização da AP-02.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 241: Imagem da área alagável da AP-02 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Na visita técnica, verificou-se o subdimensionamento das bocas de lobo (Figura 242 e Figura 243). Esta baixa capacidade de afastamento da água pluvial, somada à influência do Arroio do Hospital propicia a ocorrência eventos de inundação e alagamentos na região, como confirmado por moradores. Em consulta aos técnicos da SANEFRAI em julho de 2024, foi informado que uma nova boca de lobo havia sido instalada no local e que o problema fora sanado.

Figura 242: Boca de Lobo - AP2 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 243: Boca de Lobo - AP2 – 09/2022.

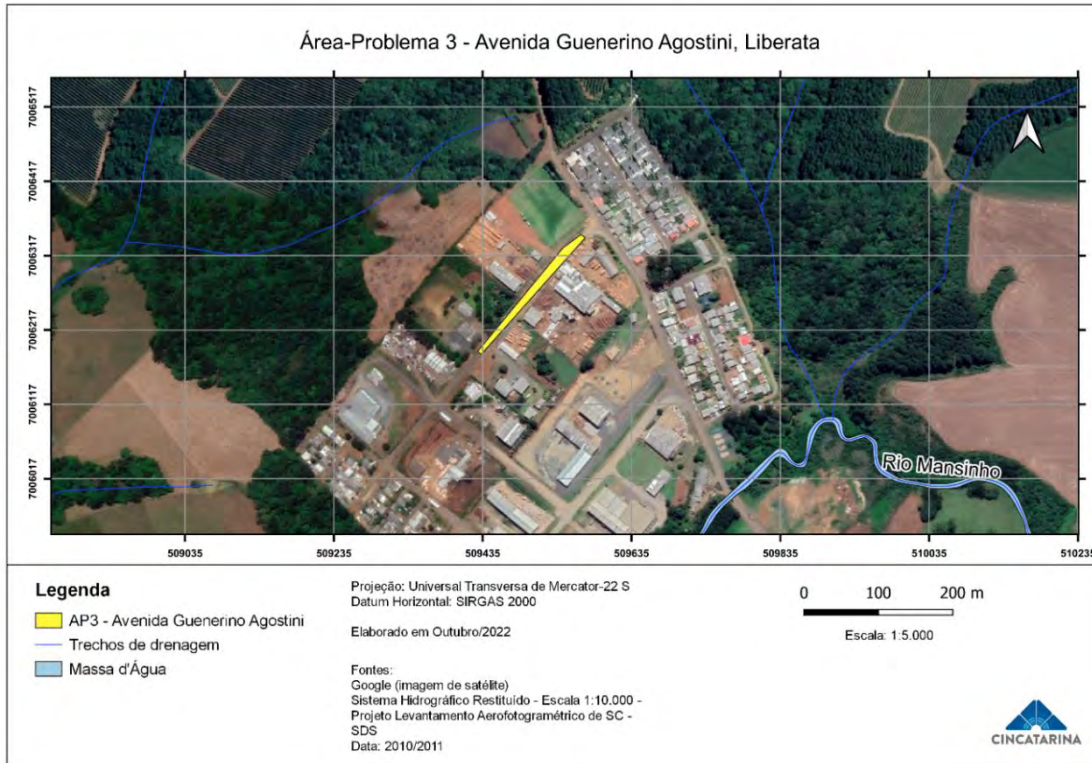


Fonte: Acervo próprio.

- AP-03 – Avenida Guerino Agostini

Em setembro de 2022, a Avenida Guerino Agostini (Figura 244) não possuía infraestrutura de pavimentação ou microdrenagem. Essa situação dificultava o adequado escoamento das águas pluviais e contribuía para o transporte de sedimentos e formação de pontos de alagamento no local. Essa região foi indicada na pesquisa de satisfação como área alagável.

Figura 244: Localização da AP-03.



Fonte: Elaboração própria.

Em visita, em setembro de 2022, verificou-se a existência de uma vala destinada ao escoamento pluvial de um dos lados da avenida, que aparentava ter sido construída pela população residente, sem maiores critérios técnicos e construtivos. A Figura 245 e a Figura 246 ilustram a situação verificada na visita técnica.

Figura 245: Imagem da área alagável da AP-03 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 246: Vala de drenagem construída na AP-3 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

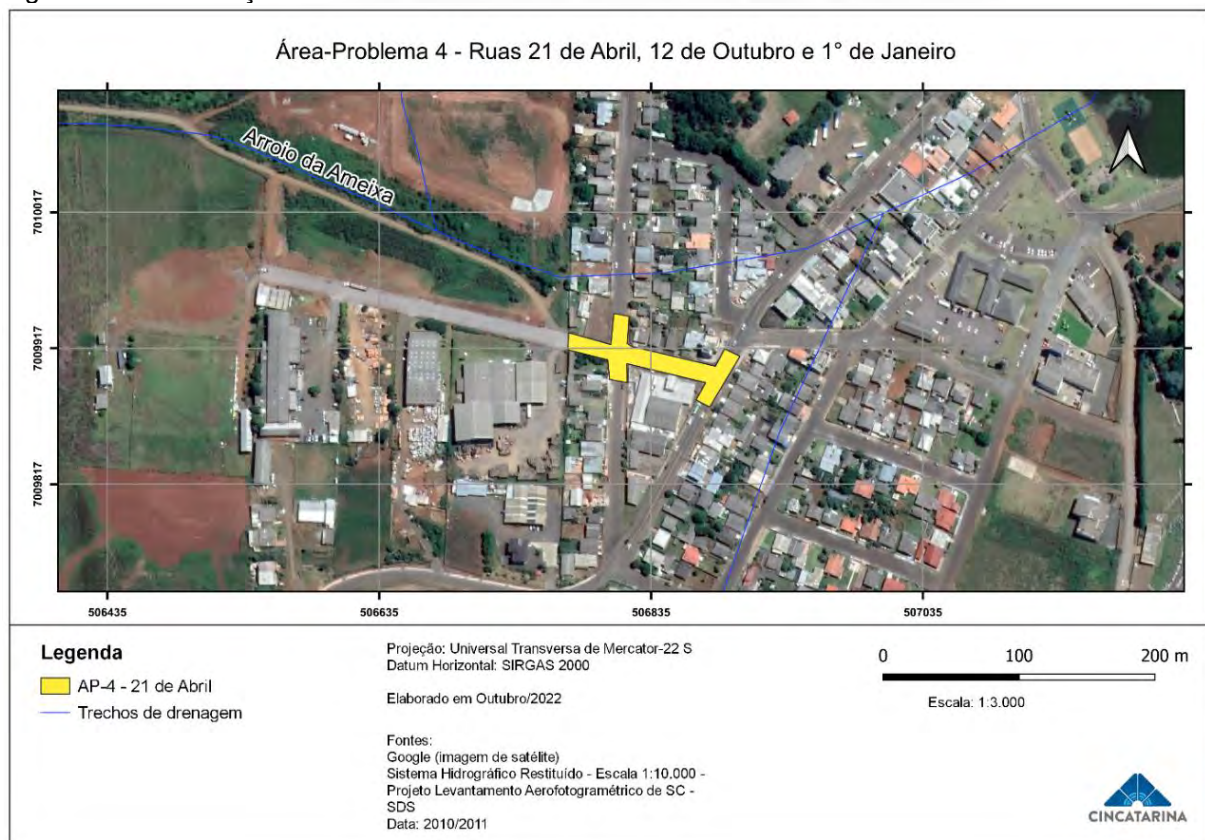
De acordo com relatos da SANEFRAI, toda a região apresentava problemas de drenagem devido ao assoreamento do Rio Mansinho. Assim, faz-se necessária intervenção na macrodrenagem, com objetivo de desassorear o curso d'água, auxiliando no escoamento das águas pluviais precipitadas no bairro.

Até a conclusão desse diagnóstico, nenhuma intervenção havia sido realizada no local.

- AP-04 – Rua 21 de Abril – Rua 12 de outubro – Rua 1º de Janeiro

O ponto de encontro das ruas 21 de abril, 12 de Outubro e 1º de Janeiro (Figura 247), no bairro Vila Salete foi indicado no DSA como propício a inundações. As três ruas são pavimentadas, sendo que apenas a 1º de janeiro é asfaltada. Todas as ruas possuem meio-fio e bocas de lobo.

Figura 247: Localização da AP-04.



Fonte: Elaboração própria.

Em visita realizada no local, em setembro de 2022, observou-se grande acúmulo de sedimentos no lado baixo da Rua 21 de Abril (Figura 248). Este acúmulo de sedimentos confirma os problemas de drenagem relatados pela população, uma

vez que a água pluvial carrega este material e, ao se acumular na rua, permite sua sedimentação.

Figura 248: Acúmulo de sedimentos na AP-4 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Das bocas de lobo verificadas, parte estava com a manutenção em dia, parte estava com alguma obstrução ou com a estrutura comprometida (Figura 249 e Figura 250).

Figura 249: Boca de lobo - AP-4 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 250: Boca de lobo danificada - AP4 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

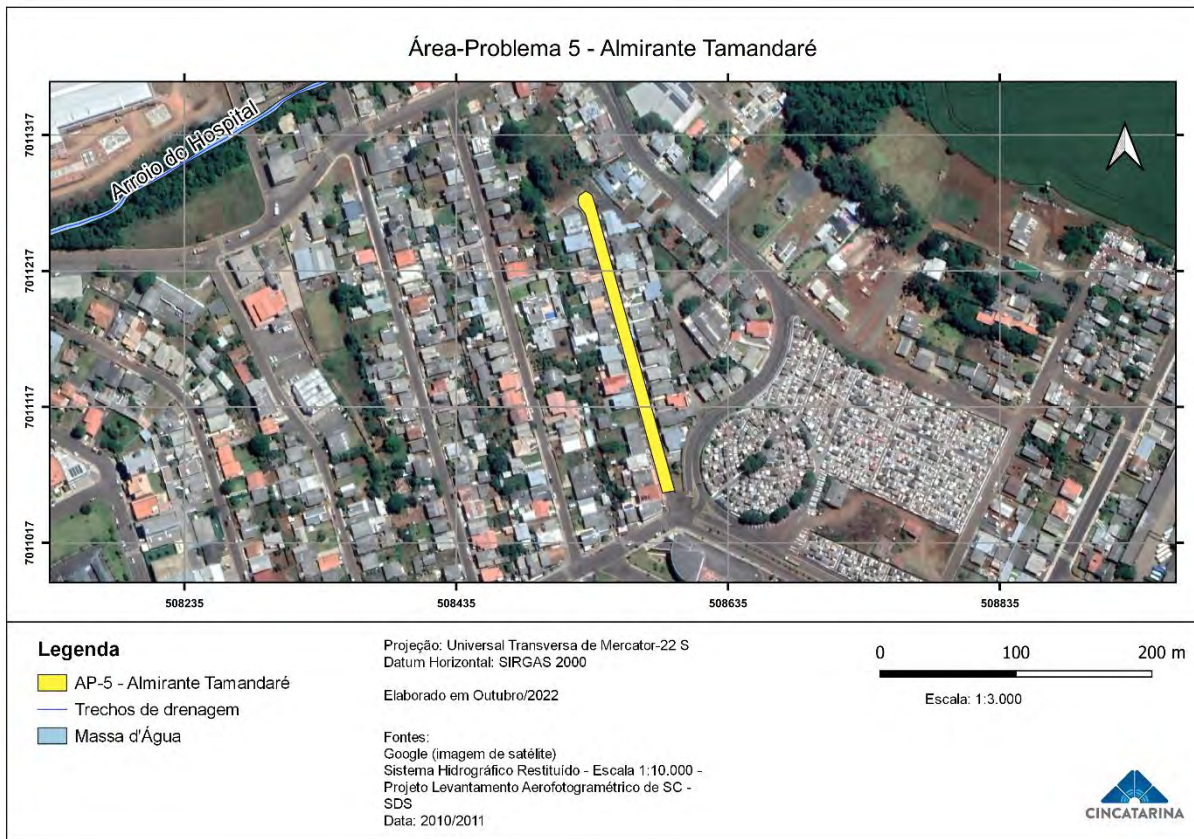
Em conversa com moradores, confirmou-se que em eventos de maior precipitação, ocorrem alagamentos/inundações. Em função do efeito de remanso ocasionado pelo aumento do nível do Lago das Araucárias, ocorre o retorno da água pelas bocas de lobo para a rua. Algumas residências da região construíram muros ou rampas que evitam que a água entre em seus lotes, como é possível verificar na Figura 248.

Segundo os técnicos da SANEFRAI, em 2024, as bocas de lobo da via já haviam sido desobstruídas pelo caminhão hidrojato. No entanto, em precipitações intensas, o escoamento seguia sendo afetado pelo aumento do nível do lago.

- AP-05 – Rua Almirante Tamandaré

Em setembro de 2022, a Rua Almirante Tamandaré, AP-05 (Figura 251) possuía pavimentação com pedras em bom estado de conservação, com meio-fio e bocas de lobo.

Figura 251: Localização da AP-05.



Fonte: Elaboração própria.

Na visita, realizada em setembro de 2022, constatou-se provável subdimensionamento da tubulação e das bocas de lobo nesta região (Figura 252), assim como falta de padrão construtivo. A tubulação de drenagem passa por dentro de terrenos particulares, o que pode ser um fator dificultador na manutenção da rede. Em conversa com moradores, confirmou-se a ocorrência de alagamentos na rua.

Figura 252: Condições das bocas de lobo da AP-05 verificadas em visita técnica – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI em julho de 2024, os técnicos informaram que as bocas de lobo da rua haviam passado por manutenção, tendo sido retirados os sedimentos e realizada a substituição das grelhas.

- AP-06 – Rua Antônio Zonta

Em agosto de 2022, verificou-se que a Rua Antônio Zonta (Figura 253) possuía infraestrutura de pavimentação asfáltica em mau estado de conservação (Figura 254), o que pode ser um indício de problemas quanto ao adequado escoamento das águas pluviais e alagamentos no local. Essa região foi indicada pelo DSA como sujeita a alagamentos.

Figura 253: Localização da AP-06.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 254: Estado de conservação do pavimento na AP-06 – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Na visita ao local, constatou-se que há possível subdimensionamento das bocas de lobo, assim como falta de manutenção, uma vez que havia bastante sedimento no interior das bocas de lobo, acarretando obstruções (Figura 255 a Figura 257).

Figura 255: Bocas de lobo da AP-06 – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 256: Interior de uma boca de lobo da AP-06 – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 257: Interior de uma boca de lobo da AP-06 – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Verificou-se também a construção de rampas de acesso aos lotes interferindo no escoamento da água pela sarjeta, fato que também contribui para dificultar o afastamento das águas pluviais (Figura 258).

Figura 258: Rampas de acesso aos lotes na área de sarjeta – 08/2022.



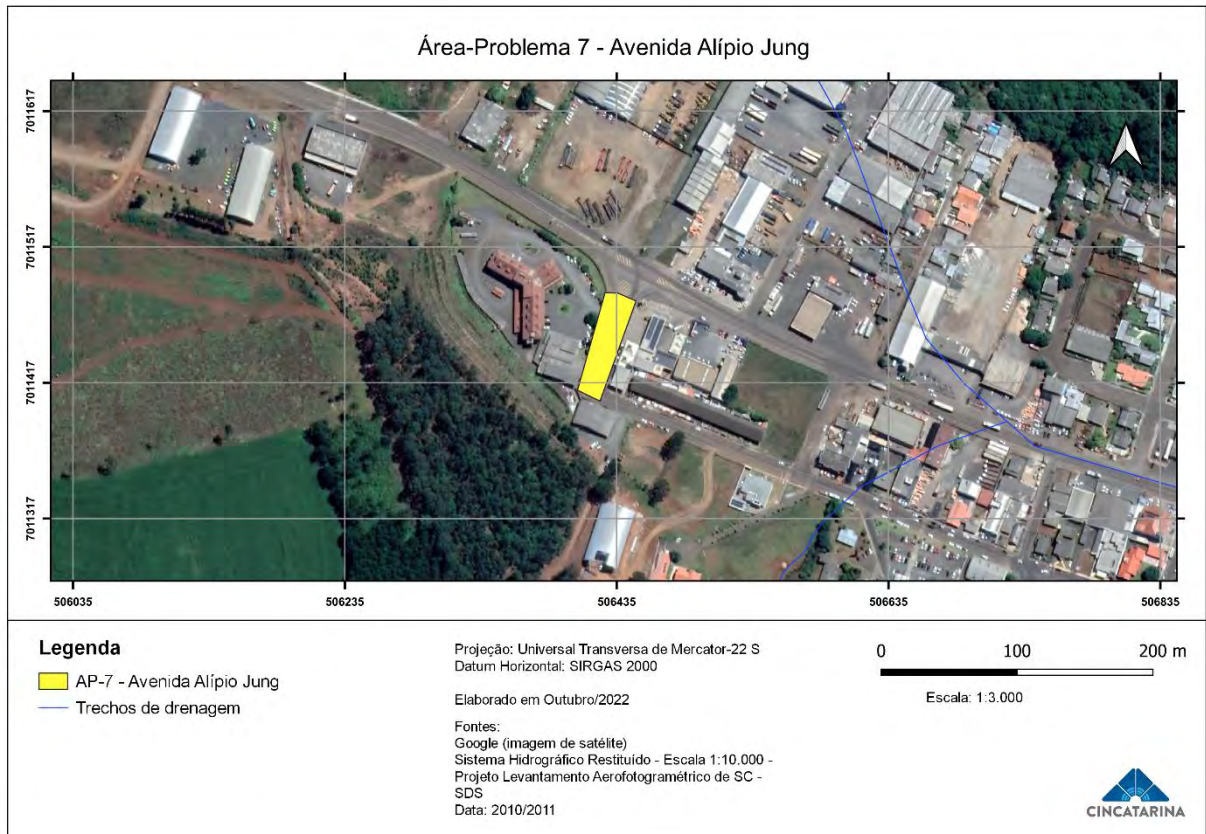
Fonte: Acervo próprio.

Até a conclusão desse diagnóstico, nenhuma intervenção havia sido realizada no local.

- AP-07 – Avenida Alípio Jung

Em novembro de 2022, verificou-se que a Avenida Alípio Jung (Figura 259) possuía infraestrutura de pavimentação em bom estado de conservação, bocas de lobo e meio-fio. Essa região foi indicada pelo DSA e confirmada pela SANEFRAI como sujeita a alagamentos.

Figura 259: Localização da AP-07.



Fonte: Elaboração própria.

Em visita realizada em novembro de 2022, constatou-se que a região é bastante plana e a dimensão, quantidade e localização dos equipamentos de drenagem aparentavam estar subdimensionados. Durante a visita foi identificada apenas uma boca de lobo, junto ao Posto da Maça (Figura 260).

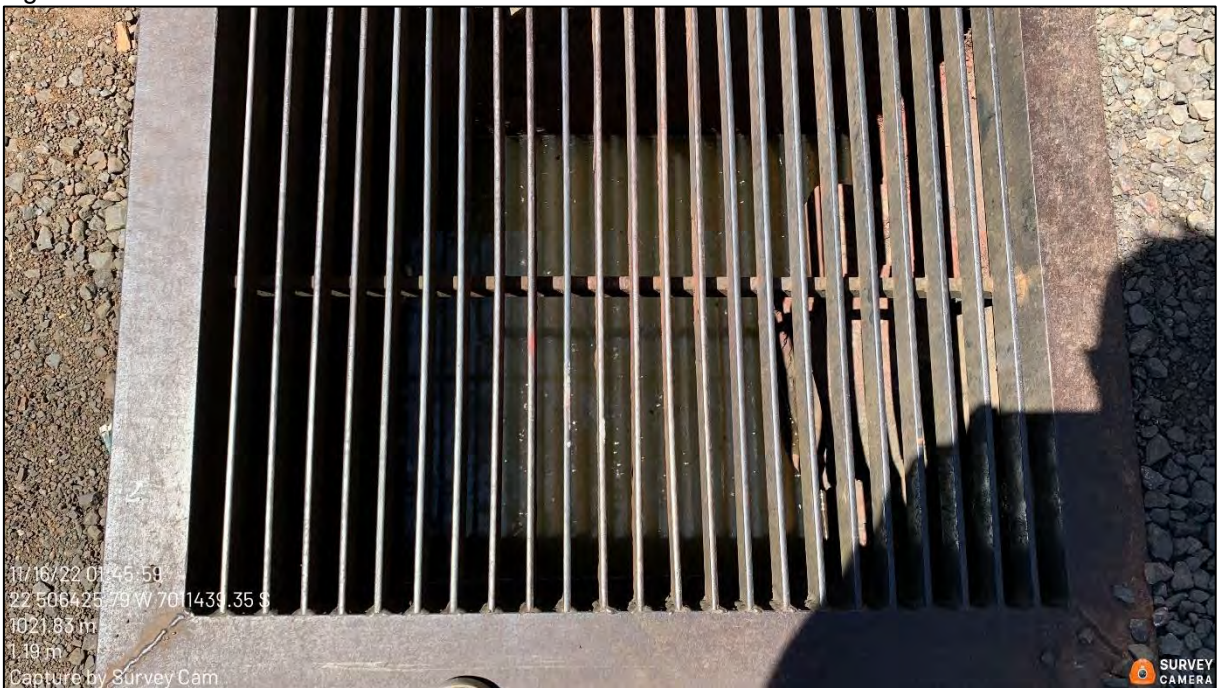
Figura 260: Boca de lobo responsável pela coleta e afastamento da água precipitada na AP-07 – 11/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Verificou-se acúmulo de sedimentos e obstrução da boca de lobo, como apresentado na Figura 261.

Figura 261: Boca de lobo com sedimentos – 11/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Verificou-se também que as bocas de lobo instaladas na SC-355 com a esquina com a Avenida Alípio Jung encontravam-se obstruídas (Figura 262), o que agravava o problema de alagamento desta AP.

Figura 262: Boca de lobo obstruída na AP-07 – 11/2022.



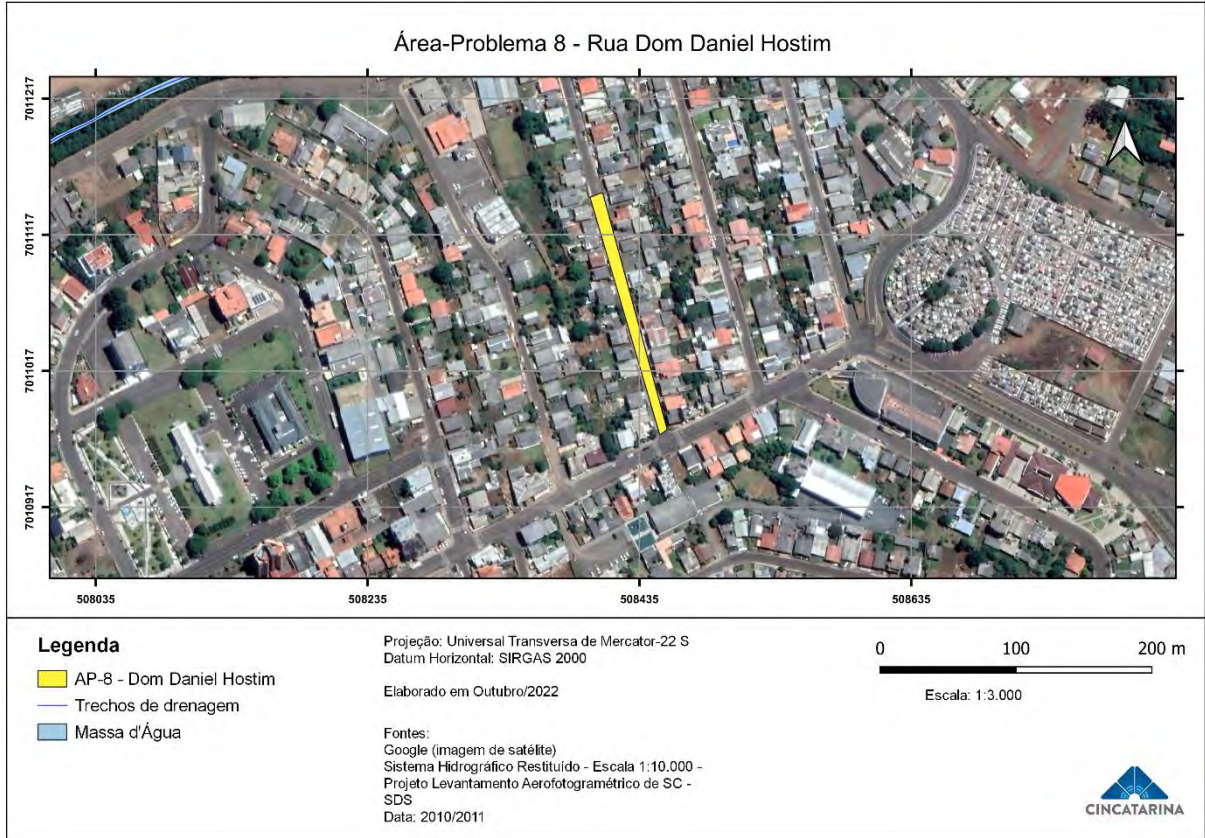
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta a SANEFRAI em julho de 2024, os técnicos informaram que as bocas de lobo citadas haviam sido limpas e que os problemas relatados não haviam mais sido observados.

- AP-08 – Rua Dom Daniel Hostim

Em setembro de 2022, a Rua Dom Daniel Hostim (Figura 263) possuía pavimentação construída com pedras, meio-fio e bocas de lobo. A região foi indicada pela população na pesquisa de satisfação como uma área sujeita a alagamentos, fato confirmado em conversa com moradores durante a visita técnica.

Figura 263: Localização da AP-08.



Fonte: Elaboração própria.

Durante a visita, observou-se o acúmulo de sedimentos em alguns trechos da via (Figura 264), o que é um indicativo de problemas no escoamento da via.

Figura 264: Acúmulo de sedimentos na via – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Além disso, constatou-se que várias bocas de lobo estavam danificadas e/ou obstruídas, como pode ser observado nas Figura 265 a Figura 267.

Figura 265: Boca de lobo danificada – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 266: Resíduos sólidos no interior da boca de lobo – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 267: Boca de lobo danificada e com acúmulo de sedimentos – 09/2022.



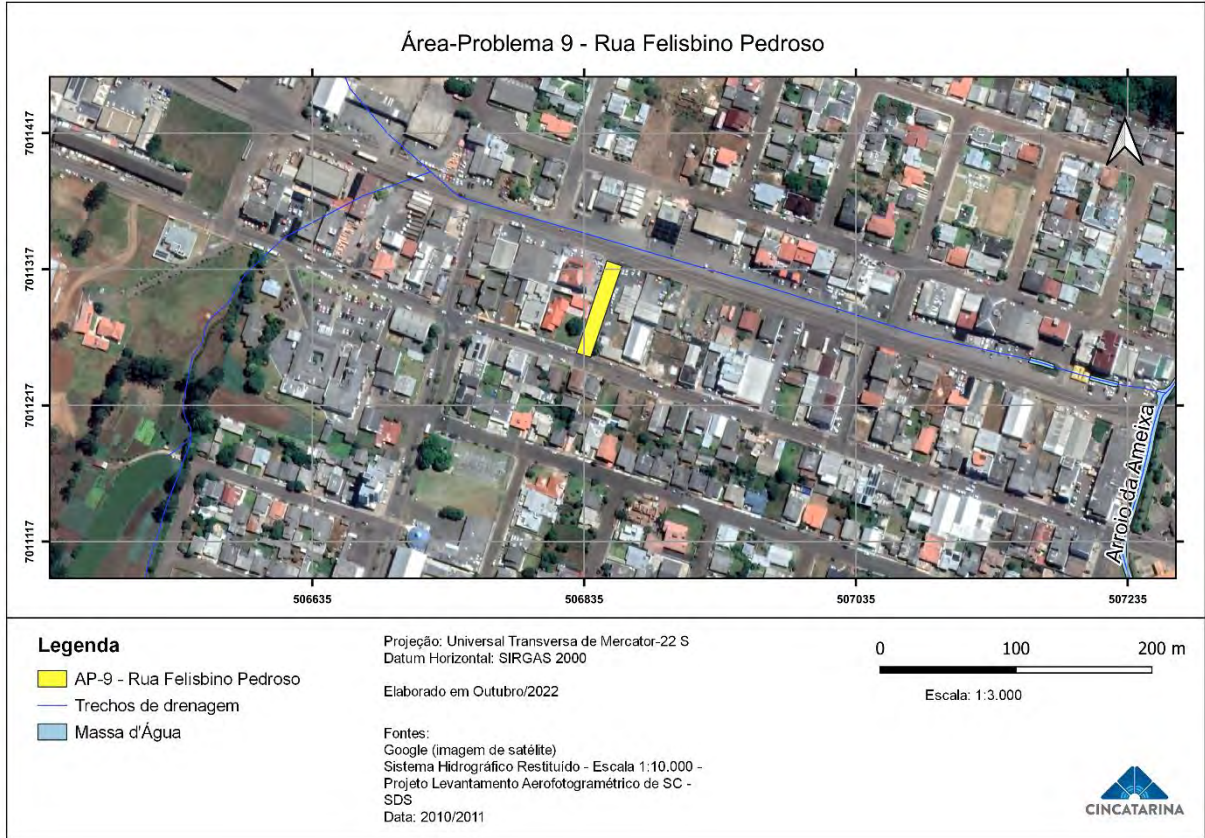
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI, em julho de 2024, os técnicos informaram que a via recebeu pavimentação asfáltica e a infraestrutura de drenagem pluvial foi ampliada.

- AP-09 – Rua Felisbino Pedroso

Em agosto de 2022, a Rua Felisbino Pedroso (Figura 268) possuía infraestrutura de pavimentação com pedras e apresentava acúmulo de sedimentos ao longo de suas laterais (Figura 269). Essa região foi indicada pelo DSA como sendo sujeita a alagamentos.

Figura 268: Localização da AP-9.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 269: Acúmulo de sedimentos na via – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Em visita ao local, constatou-se que as bocas de lobo não contavam com padrão construtivo e estavam obstruídas e/ou danificadas (Figura 270 e Figura 271).

Figura 270: Boca de lobo na AP-9 – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 271: Boca de lobo danificada na AP-9 – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Também foi verificada a existência de rampas de acesso aos lotes sobre a via, o que interferia no escoamento da água pela sarjeta e dificultava o afastamento das águas pluviais. (Figura 272).

Figura 272: Rampas construídas em área de sarjeta – 08/2022.



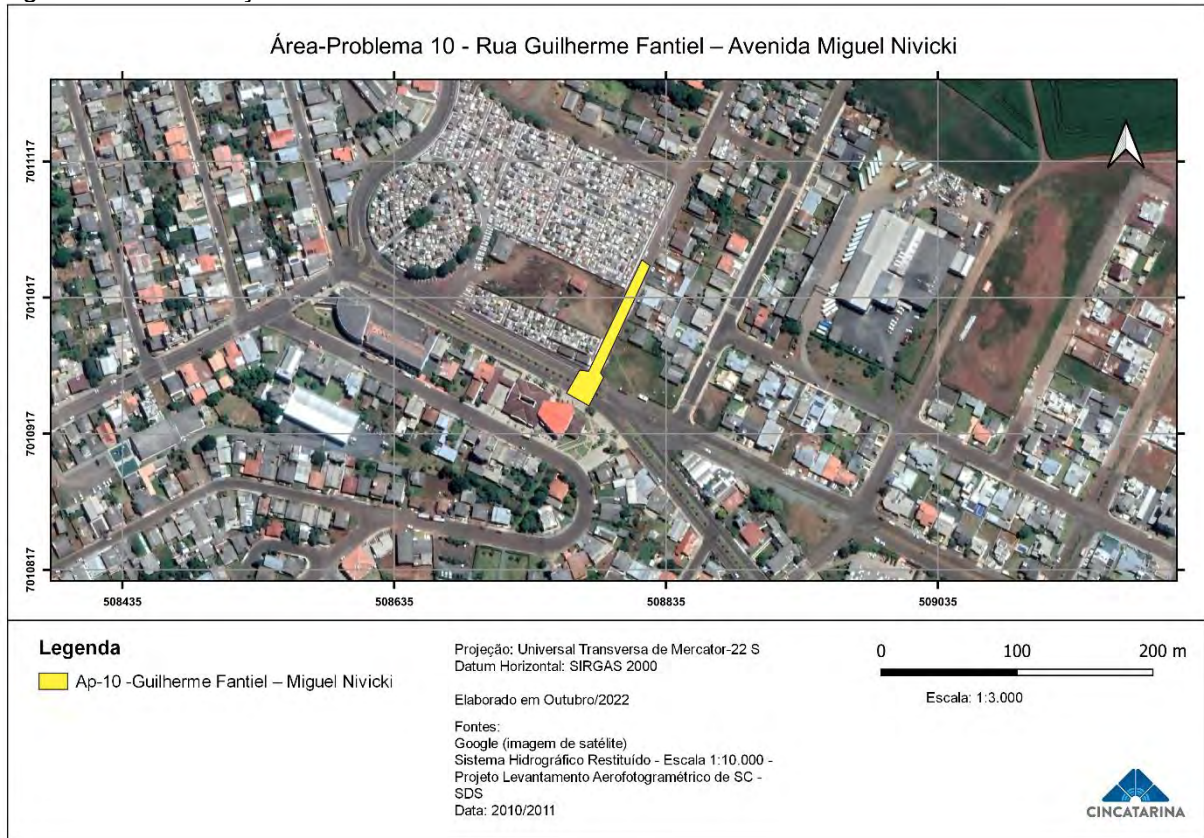
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI, em julho de 2024, os técnicos informaram que a via recebeu pavimentação asfáltica e a infraestrutura de drenagem pluvial sofreu manutenção.

- AP-10 – Rua Guilherme Fantiel – Avenida Miguel Nivick

Em setembro de 2022, visitou-se o cruzamento da Rua Guilherme Fantiel com a Avenida Miguel Nivicki (Figura 273). O local possuía infraestrutura de pavimentação em bom estado de conservação, com meio-fio e bocas de lobo. Esta região foi indicada no DSA como área de alagamentos e/ou inundações.

Figura 273: Localização da AP-10.



Fonte: Elaboração própria.

O lote da esquina, no momento da visita técnica, estava em obras, com grande quantidade de sedimentos espalhados pela via e em torno das bocas de lobo, que, conseqüentemente, encontravam-se com excesso de sedimentos e parcialmente obstruídas, como pode ser observado na Figura 274 e na Figura 275.

Figura 274: Via com bastante sedimento – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 275: Interior de uma das bocas de lobo da AP-10 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

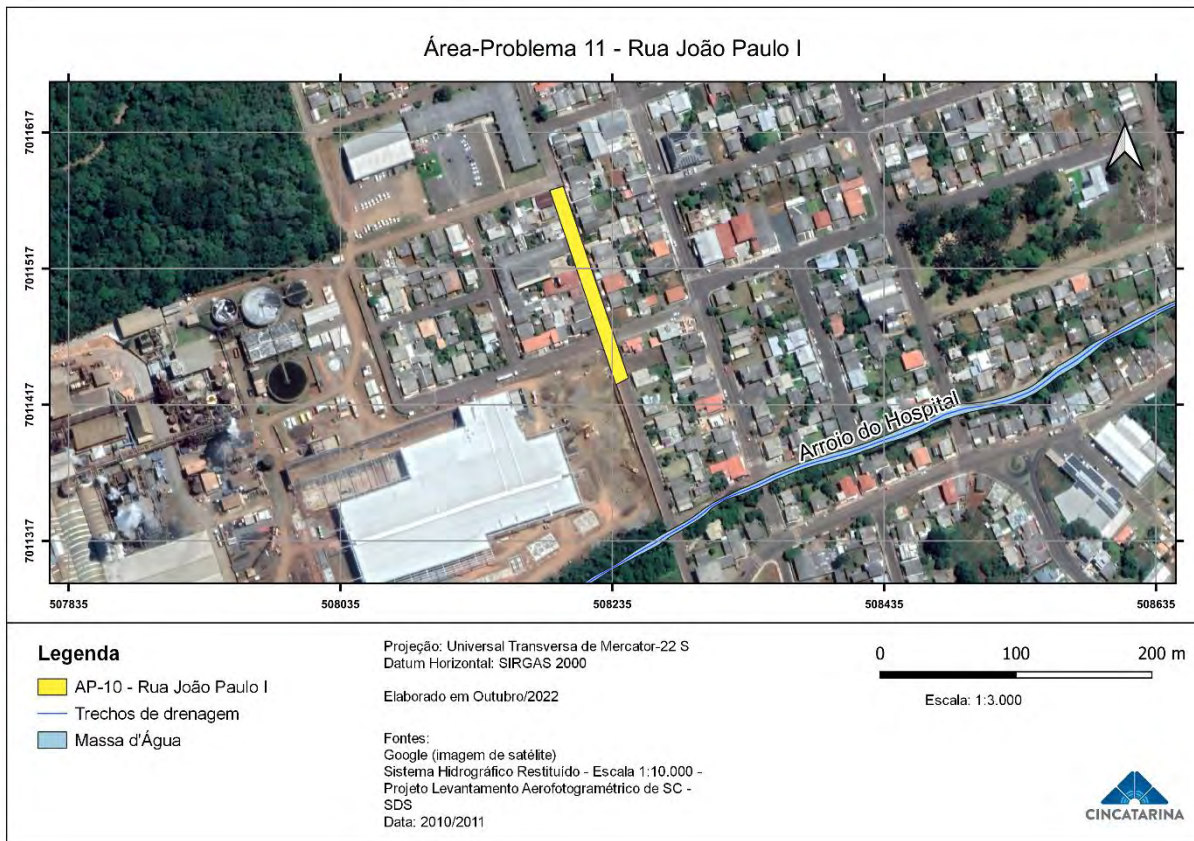
A drenagem desta região direciona as águas pluviais para o Arroio Passo Novo que, segundo informações repassadas pela SANEFRAI, necessita de obras de macrodrenagem.

Em consulta à SANEFRAI em julho de 2024, os técnicos informaram que as bocas de lobo da via haviam sido limpas pelo caminhão hidrojetado.

- AP-11 – Rua João Paulo I

Em setembro de 2022, a Rua João Paulo I (Figura 276) possuía infraestrutura de pavimentação asfáltica recém-implantada, além de meio-fio e bocas de lobo. A região foi indicada no DSA como sujeita a alagamentos e inundações.

Figura 276: Localização da AP-11.



Fonte: Elaboração própria.

Constatou-se em visita técnica que, durante o processo de recapeamento da via, houve prejuízo na capacidade de engolimento de algumas bocas de lobo, como pode ser observado na Figura 277 e na Figura 278.

Figura 277: Boca de lobo da AP-11 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 278: Boca de lobo da AP-11 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Algumas bocas de lobo também apresentavam subdimensionamento como apresentado na Figura 279.

Figura 279: Boca de lobo subdimensionada – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Além disso, foi verificado fluxo de água e acúmulo de óleos e graxas no interior de algumas bocas de lobo (Figura 280), possíveis indicativos de despejo de esgoto doméstico não tratado.

Figura 280: Fluxo de água e acúmulo de óleos e graxas – 09/2022.



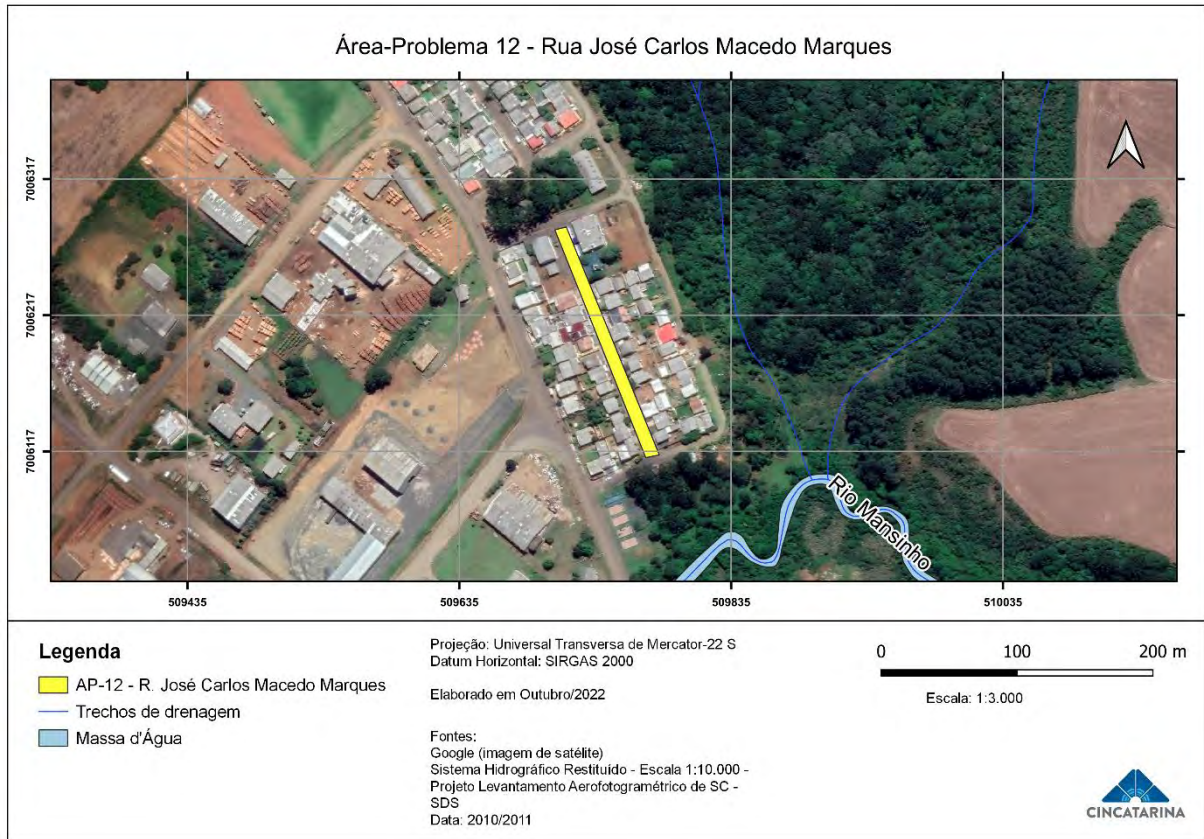
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI em julho de 2024, os técnicos informaram que as bocas de lobo da via haviam sido recuperadas.

- AP-12 – Rua José Carlos Macedo Marques

Em visita, realizada em setembro de 2022, verificou-se que a Rua José Carlos Macedo Marques (Figura 281) possuía infraestrutura de pavimentação asfáltica, com trechos em mau estado de conservação. A irregularidade na pavimentação dificultava o escoamento das águas pluviais e contribuía para a ocorrência de alagamentos no local. A área foi indicada na pesquisa de satisfação como sujeita a alagamentos, fato confirmado por meio de entrevistas realizadas no local.

Figura 281: Localização da AP-12.



Fonte: Elaboração própria.

Constatou-se número adequado de bocas de lobo nesta rua, mas em mau estado de conservação, com grande quantidade de sedimentos acumulados, como pode ser observado na Figura 282. Além disso, observou-se que a saída de uma das bocas de lobo vistoriadas apresentava tubulação com diâmetro inadequado, Figura 283.

Figura 282: Boca de lobo da AP-12 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 283: Tubulação de saída da boca de lobo – 09/2022.



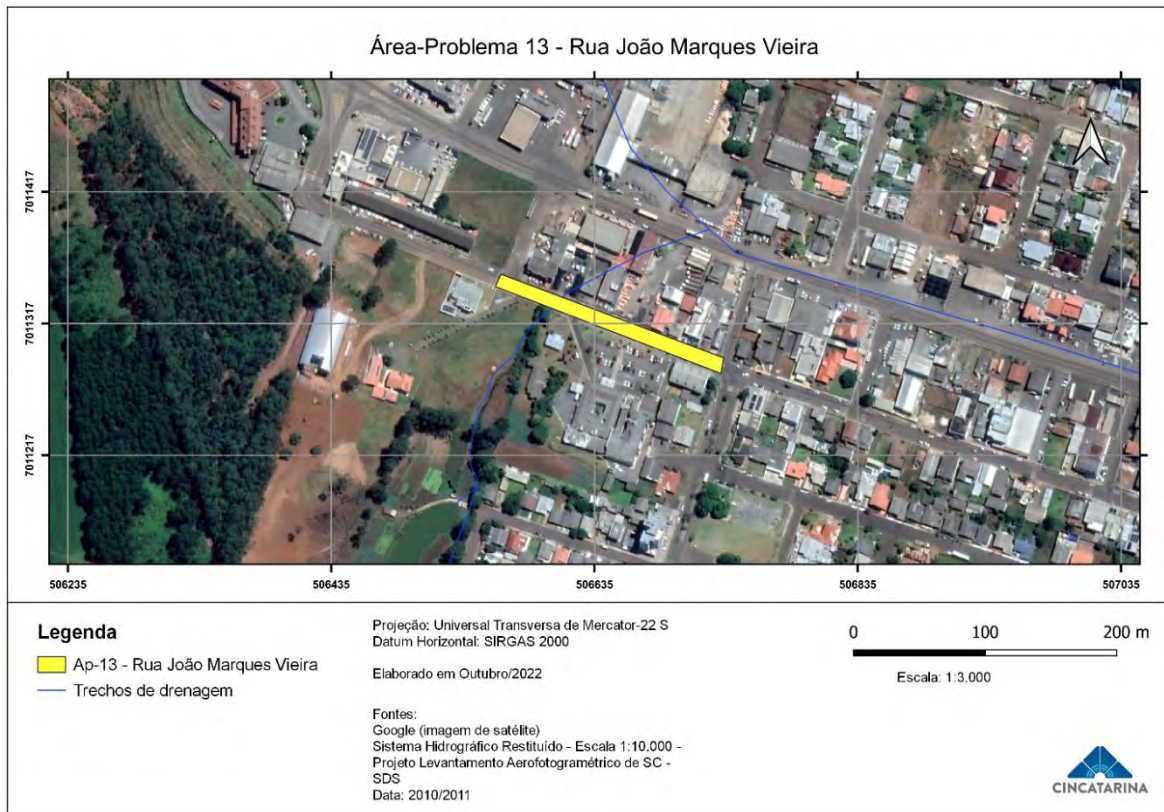
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI, em julho de 2024, os técnicos informaram que as bocas de lobo da via haviam sido limpas pelo caminhão hidrojetado.

- AP-13 – Rua João Marques Vieira

Em visita realizada em setembro de 2022, verificou-se que a Rua João Marques Vieira (Figura 284) possuía infraestrutura de pavimentação asfáltica em bom estado de conservação, com meio-fio e bocas de lobo. No dia em que foi realizada a visita técnica à esta AP, as bocas de lobo apresentavam manutenção em dia.

Figura 284: Localização da AP-13.



Fonte: Elaboração própria.

Durante a visita, realizada em setembro de 2022, moradores do entorno informaram que o córrego que passa ao lado do Hospital Fraiburgo, em eventos de forte precipitação, inunda a região. Essa situação foi confirmada em um evento ocorrido no mês de outubro de 2022, conforme ilustrado na Figura 285.

Figura 285: Inundação em evento de forte precipitação – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Aparentemente, há subdimensionamento na tubulação responsável por canalizar o curso d'água (Figura 286), o que resulta nos transbordamentos e inundações. Além disso, a ausência de um dispositivo de entrada compromete o direcionamento do fluxo e gera processos erosivos no talude.

Figura 286: Canalização do curso d'água – tubulação de entrada – 11/2022.



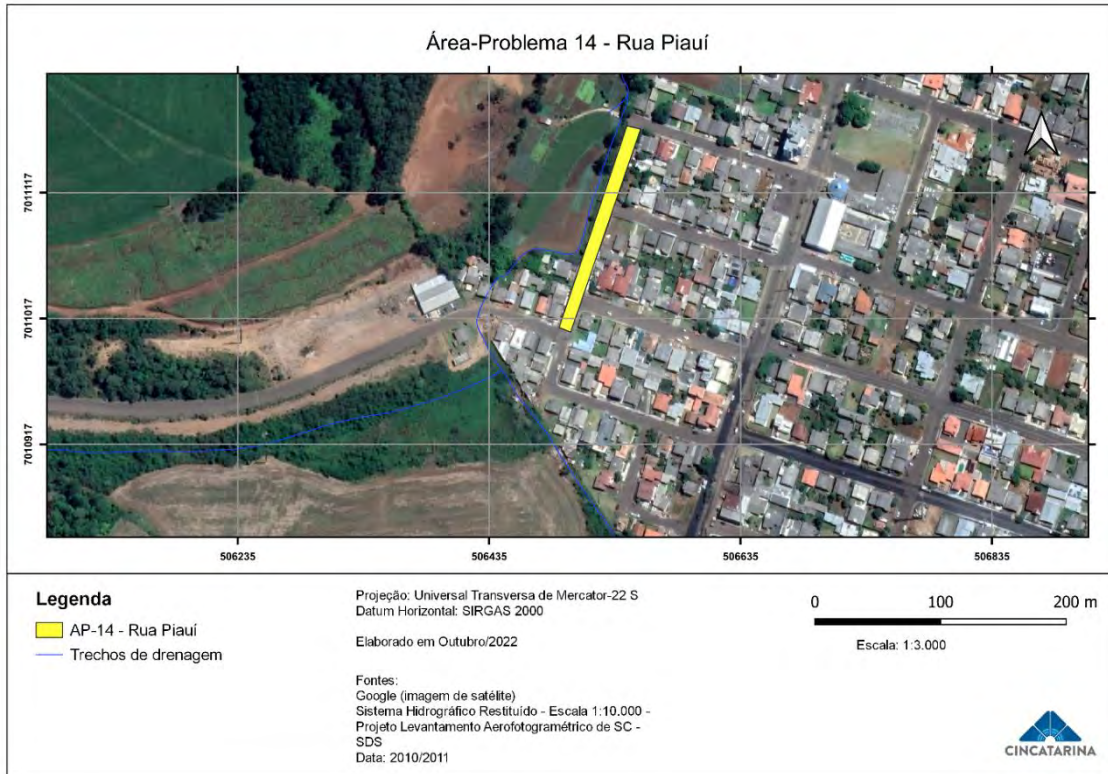
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI, em julho de 2024, os técnicos informaram que foi realizada uma obra de interligação com a drenagem de outra via, de modo a comportar o volume de água durante as precipitações.

- AP-14 – Rua Piauí

Em setembro de 2022, a Rua Piauí (Figura 287) possuía infraestrutura de pavimentação, meio-fio e bocas de lobo. Esta rua foi indicada pela população, por meio da pesquisa de satisfação, como uma área de alagamento, em função da falta de manutenção das bocas de lobo.

Figura 287: Localização da AP-14.



Fonte: Elaboração própria.

Em visita técnica, constatou-se a falta de manutenção, como pode ser observado na Figura 288 e na Figura 289. Ainda, segundo informações repassadas pela SANEFRAI, há forte influência do córrego que corre próximo à via que, em eventos de grande precipitação, apresenta forte aumento de vazão, reduzindo a capacidade de escoamento da drenagem.

Figura 288: Falta de manutenção verificada na boca de lobo – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 289: Falta de manutenção verificada na boca de lobo – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI, em julho de 2024, os técnicos informaram que foi realizada a limpeza das bocas de lobo da via.

- AP-15 – Rua Rio Grande do Sul

Em visita realizada em agosto de 2022, verificou-se que a Rua Rio Grande do Sul (Figura 290) possuía infraestrutura de pavimentação em bom estado de conservação, com meio-fio e bocas de lobo.

Figura 290: Localização da AP-15.



Fonte: Elaboração própria.

A região foi indicada na pesquisa de satisfação como área onde ocorrem alagamentos e inundações. Na visita técnica, constatou-se a presença de sedimentos e resíduos no interior das bocas de lobo, o que pode prejudicar seu funcionamento ideal (Figura 291).

Figura 291: Falta de manutenção das bocas de lobo – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Além disso, verificou-se que os tubos de drenagem da via desembocam no Arroio da Ameixa em uma cota bastante baixa. No dia da visita, mesmo sem precipitação, algumas seções dos tubos estavam parcialmente submersas, o que reduzia a área disponível para o escoamento da água pluvial coletada na bacia de drenagem (Figura 292). Essa situação se agrava com a elevação do nível do Arroio.

Figura 292: Saída de tubulação de drenagem no Arroio da Ameixa – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

No dia 11 de outubro de 2022, após forte evento de precipitação, realizou-se nova visita ao local, confirmando a ocorrência dos alagamentos de grandes proporções (Figura 293 e Figura 294), que ocasionaram inclusive a interdição da via para tráfego de veículos.

Figura 293: Evento de inundação na AP-15 – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

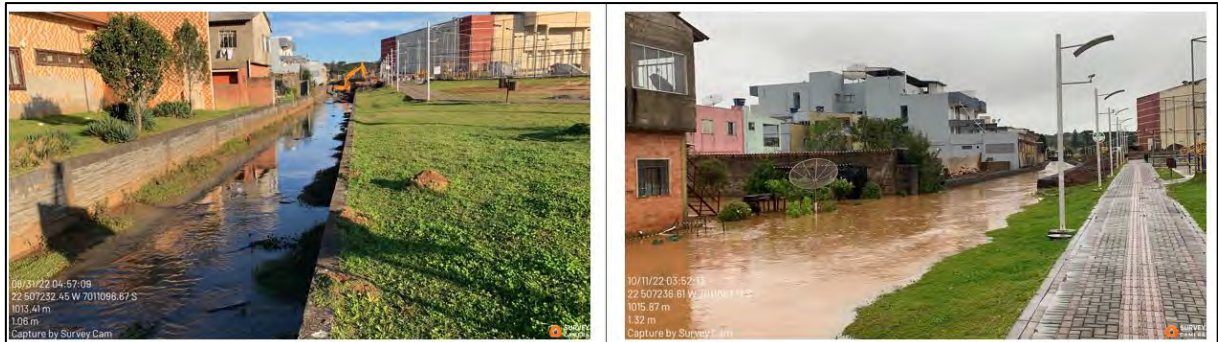
Figura 294: Evento de inundação na AP-15 – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

São apresentadas comparações entre a situação verificada nos mesmos pontos nas duas visitas técnicas entre a Figura 295 e a Figura 297.

Figura 295: Comparação entre situação normal (31/08/2022) e em evento de inundação (11/10/2022).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 296: Comparação entre situação normal (31/08/2022) e em evento de inundação (11/10/2022).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 297: Comparação entre situação normal (31/08/2022) e em evento de inundação (11/10/2022).



Fonte: Acervo próprio.

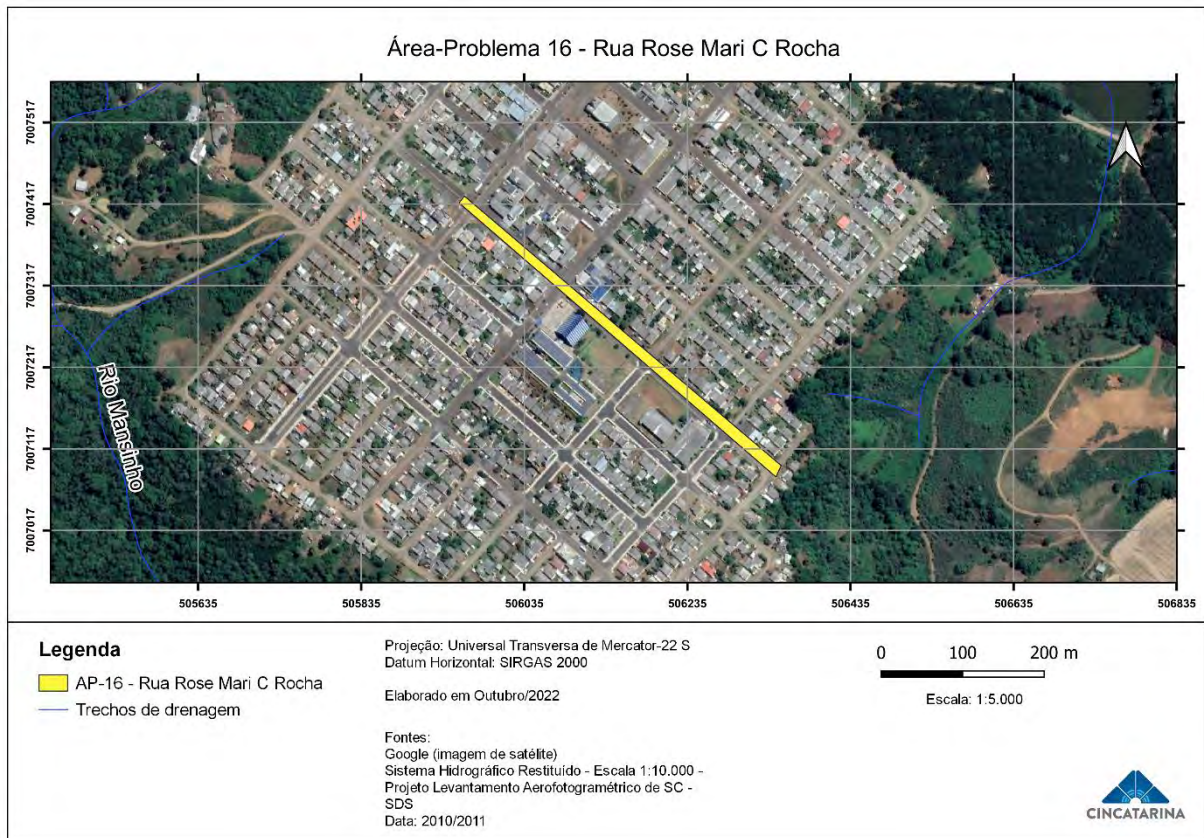
O afogamento verificado na saída das tubulações de drenagem ocasionou efeitos à montante, gerando outros pontos de alagamento pela cidade.

Em consulta à SANEFRAI em julho de 2024, os técnicos informaram que, em relação aos problemas de limpeza, as bocas de lobo da via já haviam sido desobstruídas pelo caminhão hidrojato. No entanto, até aquele momento, nenhuma intervenção estrutural havia sido realizada para corrigir a cota de lançamento no Arroio.

- AP-16 – Rua Rose Mari C Rocha

Em setembro de 2022, verificou-se que o final da rua Rose Mari C. Rocha (Figura 298) não era pavimentado e apresentava uma boca de lobo em situação precária de conservação (Figura 299).

Figura 298: Localização da AP-16.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 299: Boca de lobo danificada – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

No trecho pavimentado da via, verificou-se acúmulo de sedimentos no interior das bocas de lobo, como pode ser observado na Figura 300.

Figura 300: Boca de lobo com acúmulo de sedimentos – 09/2022.



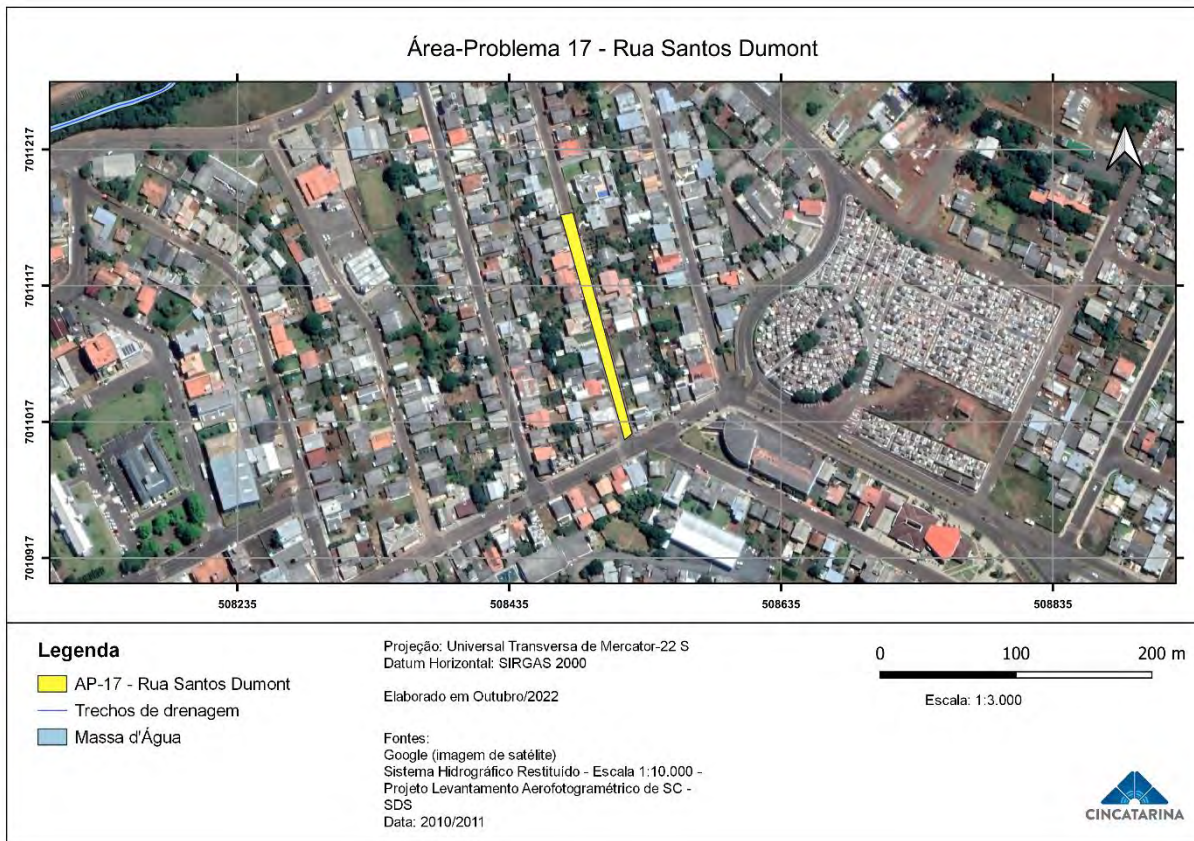
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI, em julho de 2024, os técnicos informaram que as bocas de lobo da rua haviam passado por manutenção, tendo sido retirados os sedimentos e instalada uma nova grelha na boca de lobo danificada.

- AP-17 – Rua Santos Dumont

Em setembro de 2022, a Rua Santos Dumont (Figura 301) possuía pavimentação em pedras, com meio-fio e bocas de lobo. Esta rua foi indicada pela população no relatório on-line como área com alagamentos.

Figura 301: Localização da AP-17.



Fonte: Elaboração própria.

Durante a visita técnica, constatou-se provável subdimensionamento das tubulações e baixa quantidade de bocas de lobo. Verificou-se também grande quantidade de sedimentos na via e rampas de acesso aos lotes construídas na sarjeta, dificultando o fluxo da água (Figura 302).

Figura 302: Acúmulo de sedimentos e rampas de acesso aos lotes na sarjeta – 09/2022.



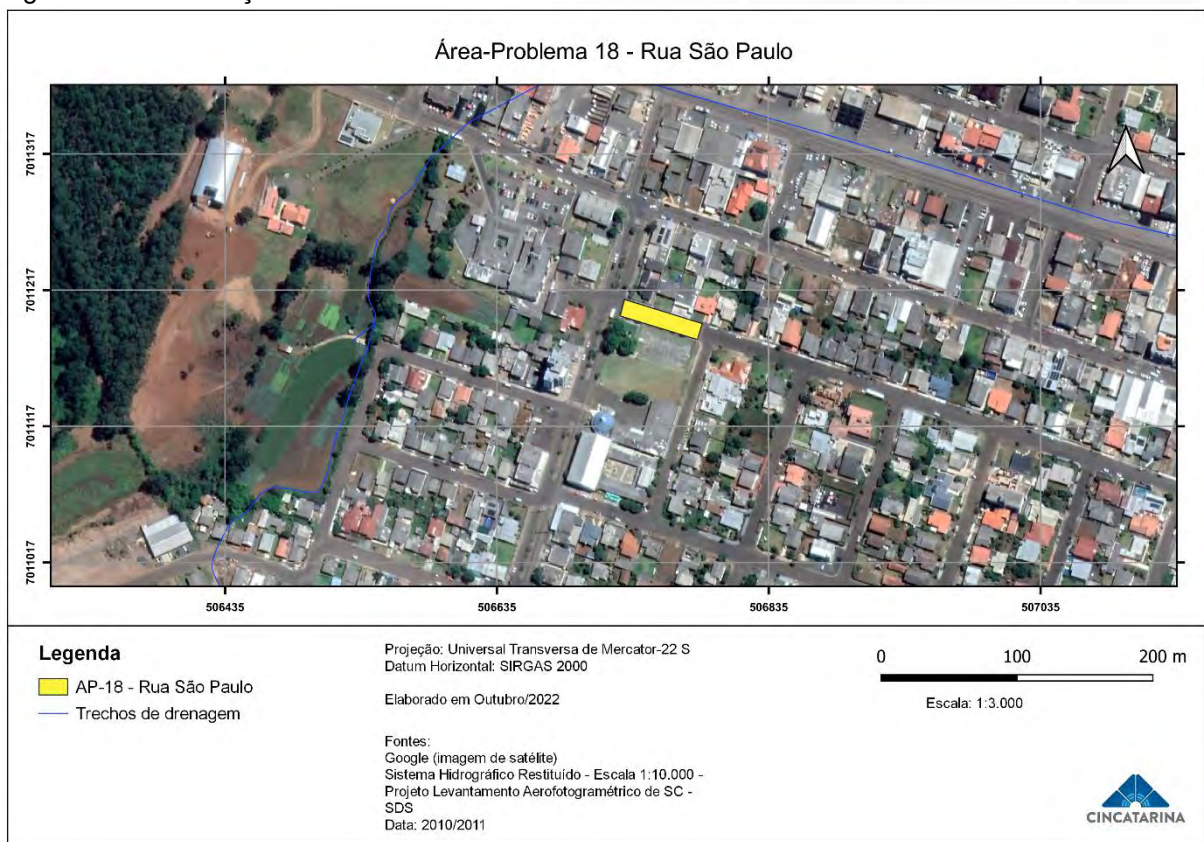
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI, em julho de 2024, os técnicos informaram que a via recebeu pavimentação asfáltica e a infraestrutura de drenagem pluvial foi ampliada.

- AP-18 – Rua São Paulo

Em agosto de 2022, a Rua São Paulo (Figura 303) possuía pavimentação em pedras, meio-fio e bocas de lobo. Em conversa com moradores da rua, confirmou-se a ocorrência de alagamentos recorrentes, que os levaram a alterar a entrada de seus lotes para instalar dispositivos contra o alagamento.

Figura 303: Localização da AP-18.



Fonte: Elaboração própria.

Segundo relatos, a impermeabilização ocasionada pela quadra poliesportiva e o acúmulo de folhas nas bocas de lobo eram os principais responsáveis pelas ocorrências (Figura 304). Moradores relataram, inclusive, que construíram entradas elevadas com o objetivo de conter a água em eventos de alagamentos (Figura 305).

Figura 304: Quadra esportiva (à esquerda) na AP-18 – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 305: Entrada elevada construída para conter água de alagamentos – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Verificou-se a presença de sedimentos em algumas bocas de lobo, assim como subdimensionamento de alguns equipamentos do sistema de microdrenagem ( Figura 306 e Figura 307).

Figura 306: Boca de lobo da AP-18 – 08/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 307: Boca de lobo da AP-18 – 08/2022.



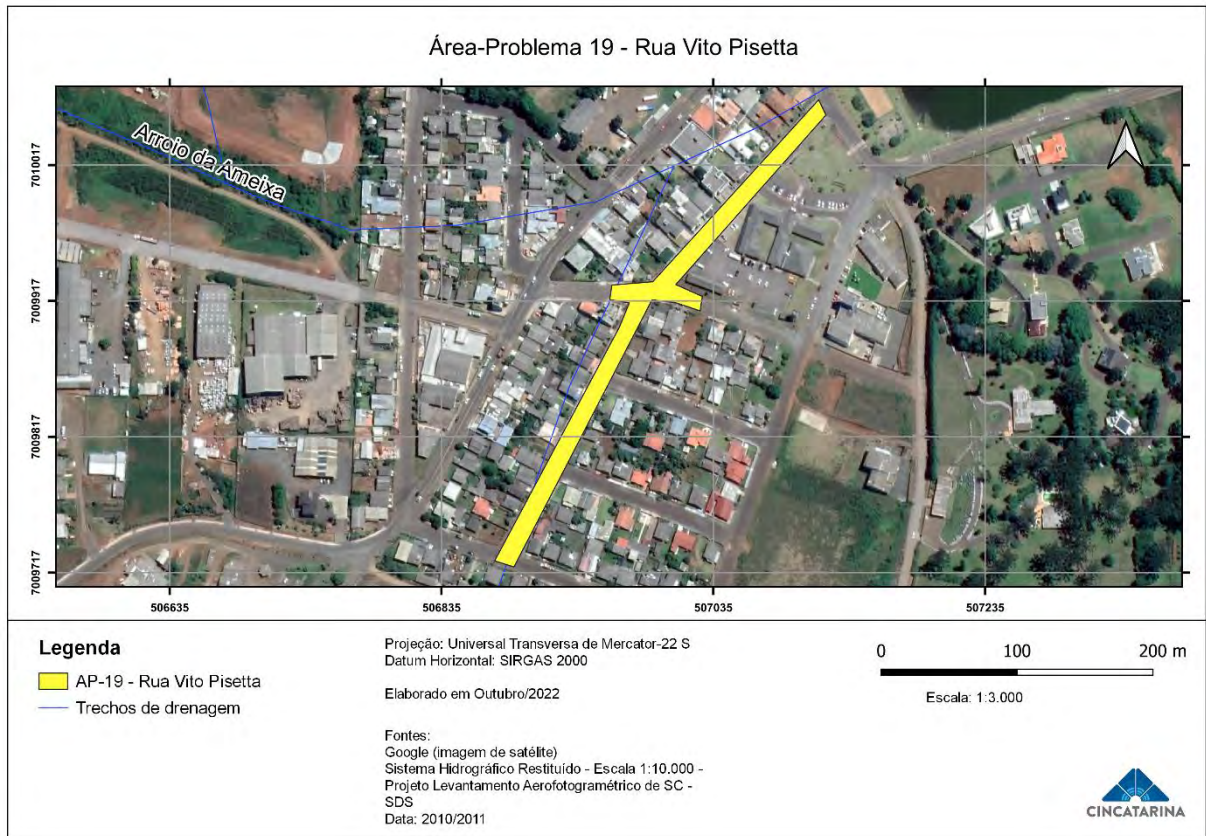
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI em julho de 2024, os técnicos informaram que foi instalada uma nova boca de lobo no local.

- AP-19 – Rua Vito Pisetta

Em setembro de 2022, a Rua Vito Pisetta (Figura 308) possuía pavimentação asfáltica em bom estado de conservação, com meio-fio e bocas de lobo. A área foi indicada no DSA como passível de alagamentos.

Figura 308: Localização da AP-19.



Fonte: Elaboração própria.

Nesta AP, há um córrego canalizado, paralelo à rua, que deságua no Lago das Araucárias. Durante a visita, verificou-se que, mesmo sem precipitação, a entrada da tubulação estava com aproximadamente 50% de sua seção ocupada por água, o que pode indicar um possível subdimensionamento (Figura 309 e Figura 310). Assim, em eventos de precipitação intensa, pode ocorrer o extravasamento da calha e a inundação da via a jusante. Além desse problema, a via também sofre o efeito da elevação do nível do lago, que limita o escoamento da água da chuva.

Figura 309: Curso d'água aos fundos da AP-19 – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

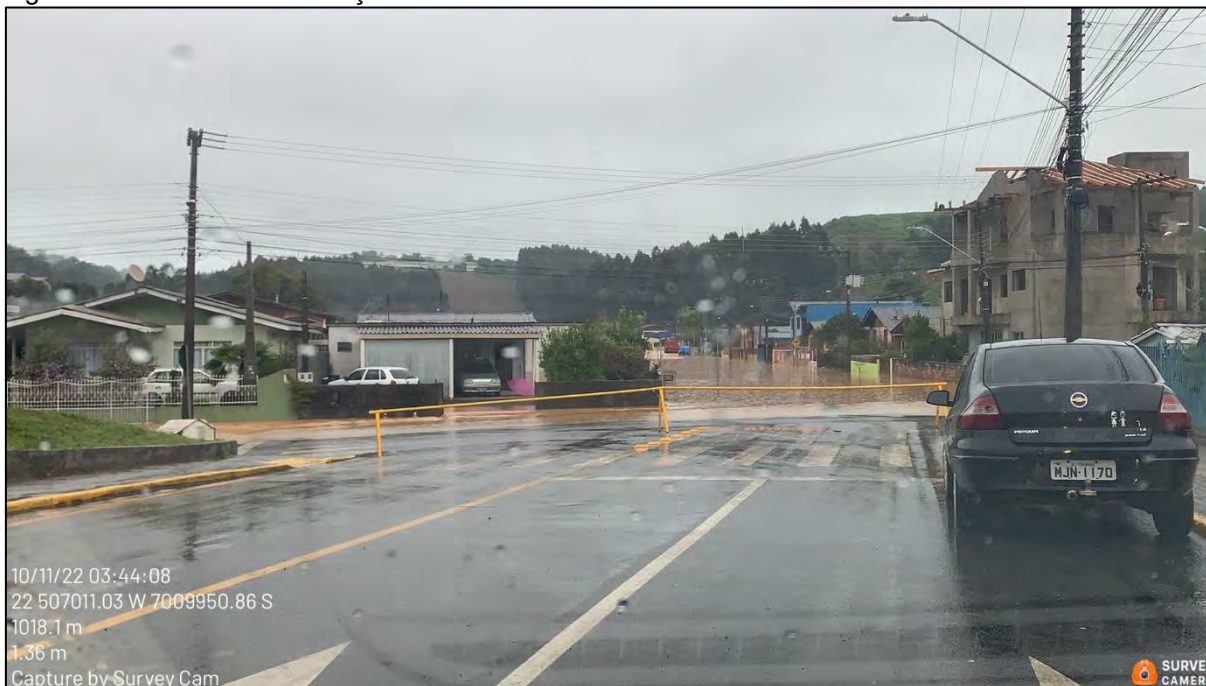
Figura 310: Entrada da tubulação – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

No dia 11 de outubro de 2022, após forte evento de precipitação, realizou-se nova visita ao local, confirmando a ocorrência dos alagamentos de grandes proporções (Figura 311 e Figura 312), que ocasionaram inclusive a interdição Rua Vito Pisetta para tráfego de veículos.

Figura 311: Evento de inundação na AP-19 – 10/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 312: Evento de inundação na AP-19 – 10/2022.



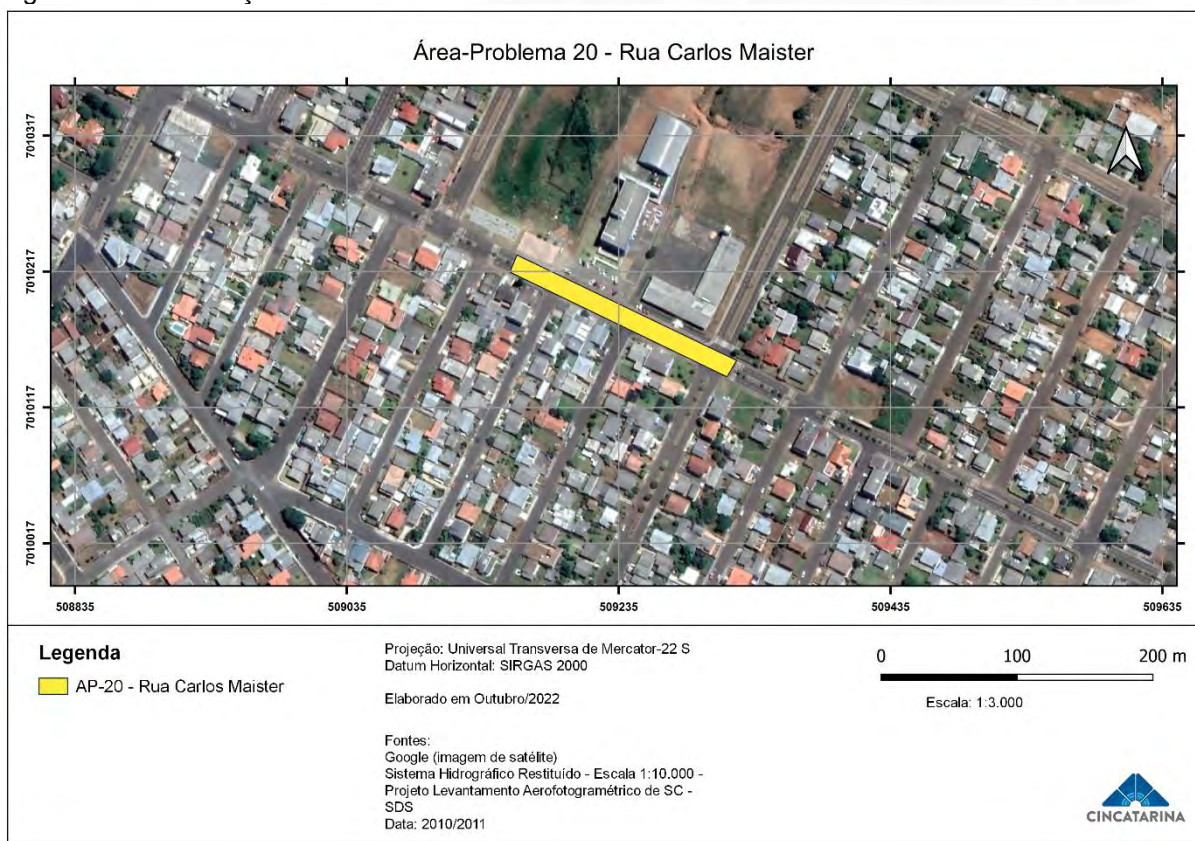
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI em julho de 2024, os técnicos informaram que foram feitas substituições de galerias em pontos a jusante, para aumentar a capacidade de escoamento da água para o lago.

- AP-20 – Rua Carlos Maister

Em setembro de 2022, a Rua Carlos Maister (Figura 313) apresentava infraestrutura de pavimentação em bom estado de conservação, meio-fio e bocas de lobo. Em conversa realizada com moradores, confirmou-se a ocorrência de alagamentos recorrentes na área.

Figura 313: Localização da AP-20.



Fonte: Elaboração própria.

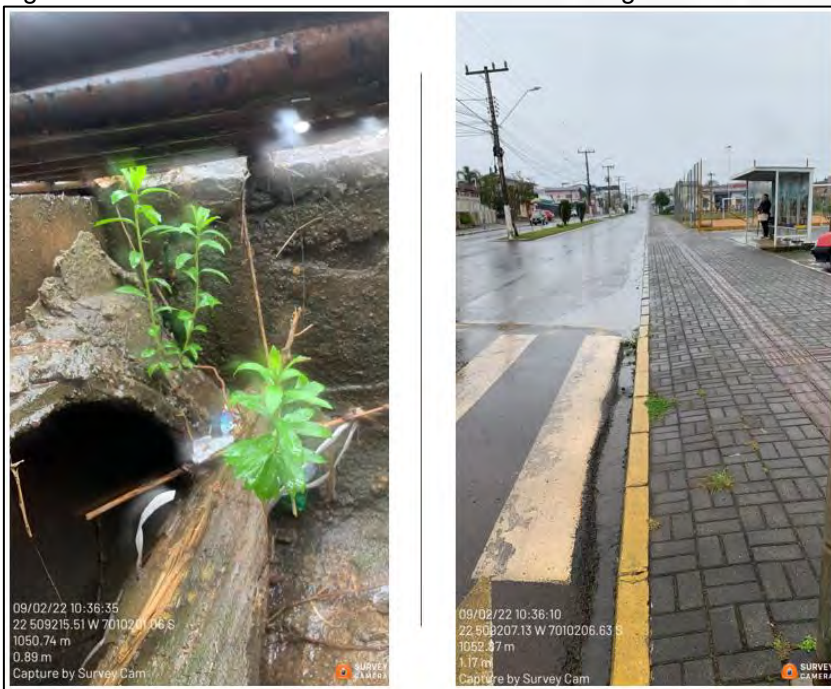
Em visita técnica ao local, constatou-se que as bocas de lobo apresentavam acúmulo de sedimentos, óleos e graxas (Figura 314 e Figura 315). Estas obstruções reduzem a eficiência do dispositivo, colaborando para a ocorrência de alagamentos. Verificou-se também obstrução nas sarjetas próximas aos redutores de velocidade da via (lombadas/quebra-molas) que, mesmo com precipitação moderada, já ocasionavam acúmulo de água na via.

Figura 314: Bocas de lobo com acúmulo de resíduos – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 315: Bocas de lobo obstruída e acúmulo de água na via – 09/2022.



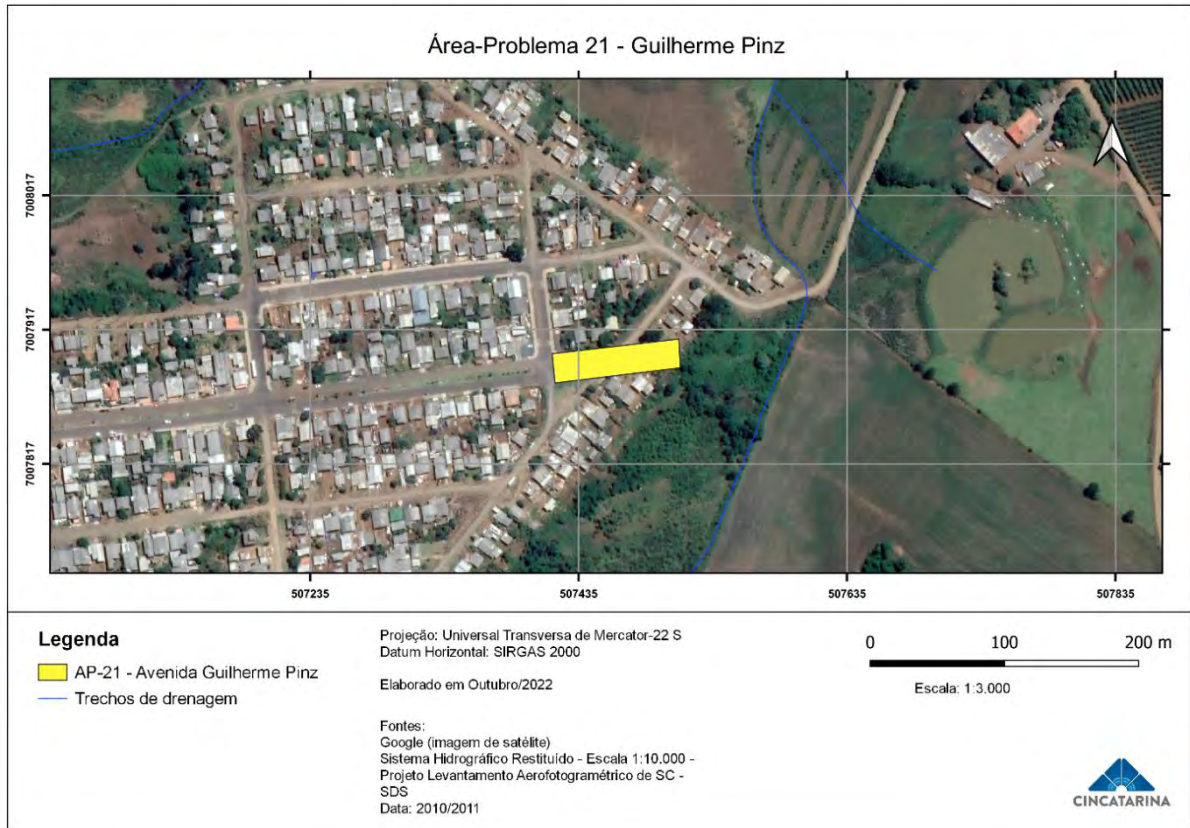
Fonte: Acervo próprio.

Em consulta à SANEFRAI em julho de 2024, os técnicos informaram que as bocas de lobo da via haviam sido limpas pelo caminhão hidrojetado.

- AP-21 – Avenida Guilherme Pinz

A Avenida Guilherme Pinz (Figura 316) possui infraestrutura de pavimentação asfáltica, meio-fio e bocas de lobo. A Avenida foi indicada pela população, por meio da pesquisa de satisfação como passível de alagamentos.

Figura 316: Localização da AP-21.



Fonte: Elaboração própria.

Em visita técnica realizada ao local, constatou-se possível subdimensionamento do número de bocas de lobo, em especial no final da rua. Dada a inclinação da via, é provável que a água excedente ultrapasse o meio-fio e entre nas residências (Figura 317).

Figura 317: Final da Avenida Guilherme Pinz – 09/2022.



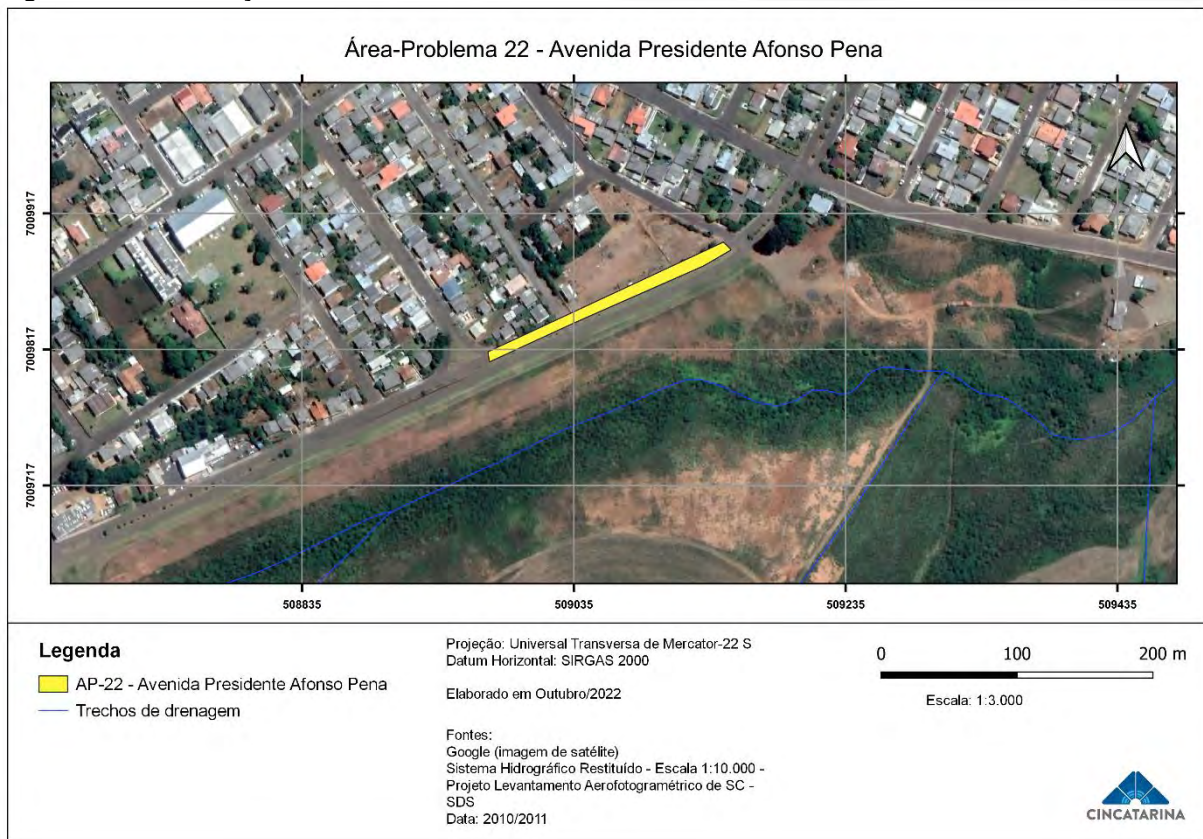
Fonte: Acervo próprio.

Até a conclusão desse diagnóstico, nenhuma intervenção havia sido realizada no local.

- AP-22 – Avenida Presidente Afonso Pena

Em setembro de 2022, a Avenida Presidente Afonso Pena (Figura 318) possuía infraestrutura de pavimentação asfáltica em bom estado de conservação, com meio-fio e bocas de lobo.

Figura 318: Localização da AP-22.



Fonte: Elaboração própria.

A área foi indicada no DSA como área de alagamento. Em visita, verificou-se que problemas no perfil da rua ocasionavam o acúmulo de água nos lados da via (Figura 319). A presença de sedimentos na via reforçou a suspeita de que a área em questão de fato sofre com alagamentos.

Figura 319: Acúmulo de água e sedimentos – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Além disso, observou-se que a região possui baixa declividade e as bocas de lobo não seguem um padrão construtivo adequado. Não foi possível descartar o subdimensionamento das estruturas como uma das causas dos eventos de alagamento. As bocas de lobo apresentavam muito sedimento e vegetação crescendo em seu interior (Figura 320).

Figura 320: Crescimento de vegetação no interior da boca de lobo – 09/2022.



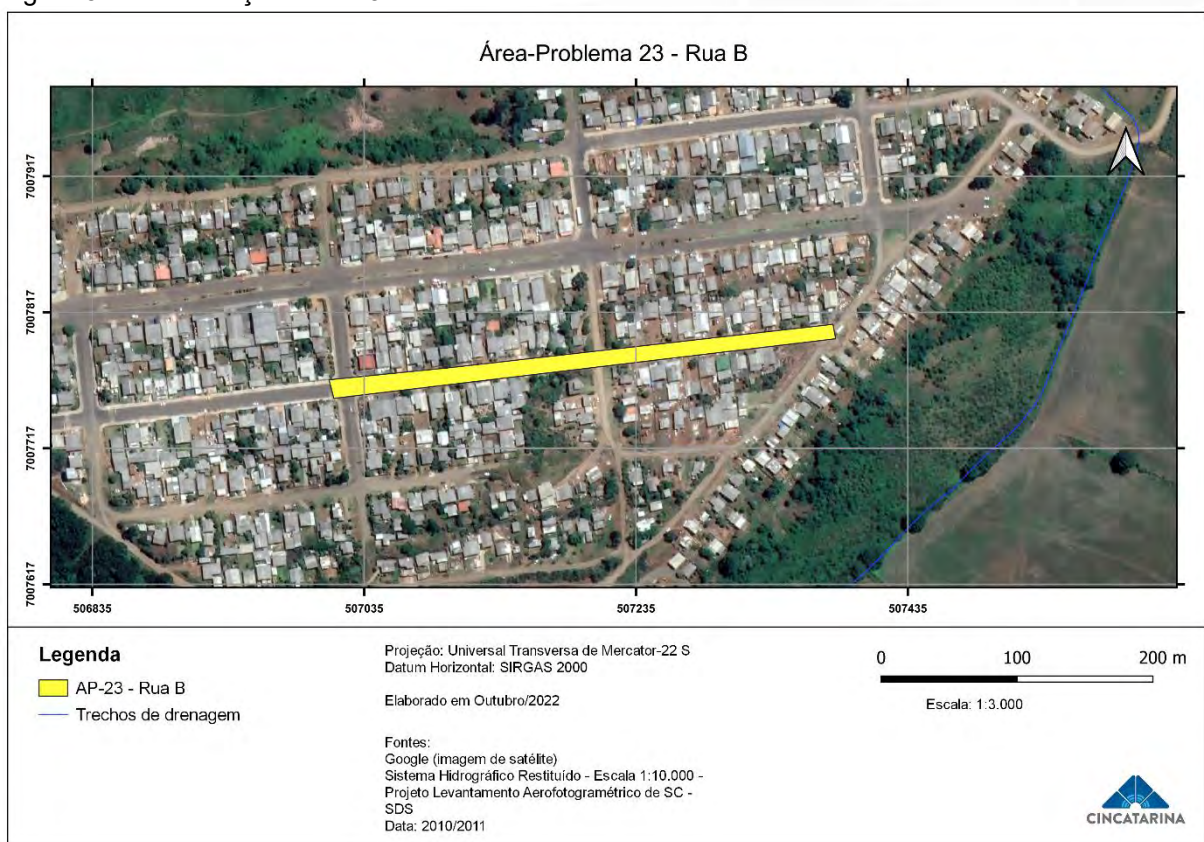
Fonte: Acervo próprio.

Até a conclusão desse diagnóstico, nenhuma intervenção havia sido realizada no local.

- AP-23 – Rua B

Em setembro de 2022, a Rua B (Figura 321) podia ser dividida em dois trechos distintos: um primeiro com pavimentação asfáltica e sistema de microdrenagem e outro sem pavimentação e sem sistema de microdrenagem. A área foi indicada na pesquisa de satisfação como sujeita a alagamentos.

Figura 321: Localização - AP-23.



Fonte: Elaboração própria.

Em visita, verificou-se que a parte central da zona pavimentada é bastante plana, o que pode favorecer o acúmulo de água na via. Já a zona sem pavimentação (Figura 322) pode sofrer com problemas no escoamento das águas pluviais, carreamento de sedimentos, dificuldades de locomoção dos moradores em eventos de chuva, entre outras complicações.

Figura 322: Trecho da rua não pavimentado – 09/2022.



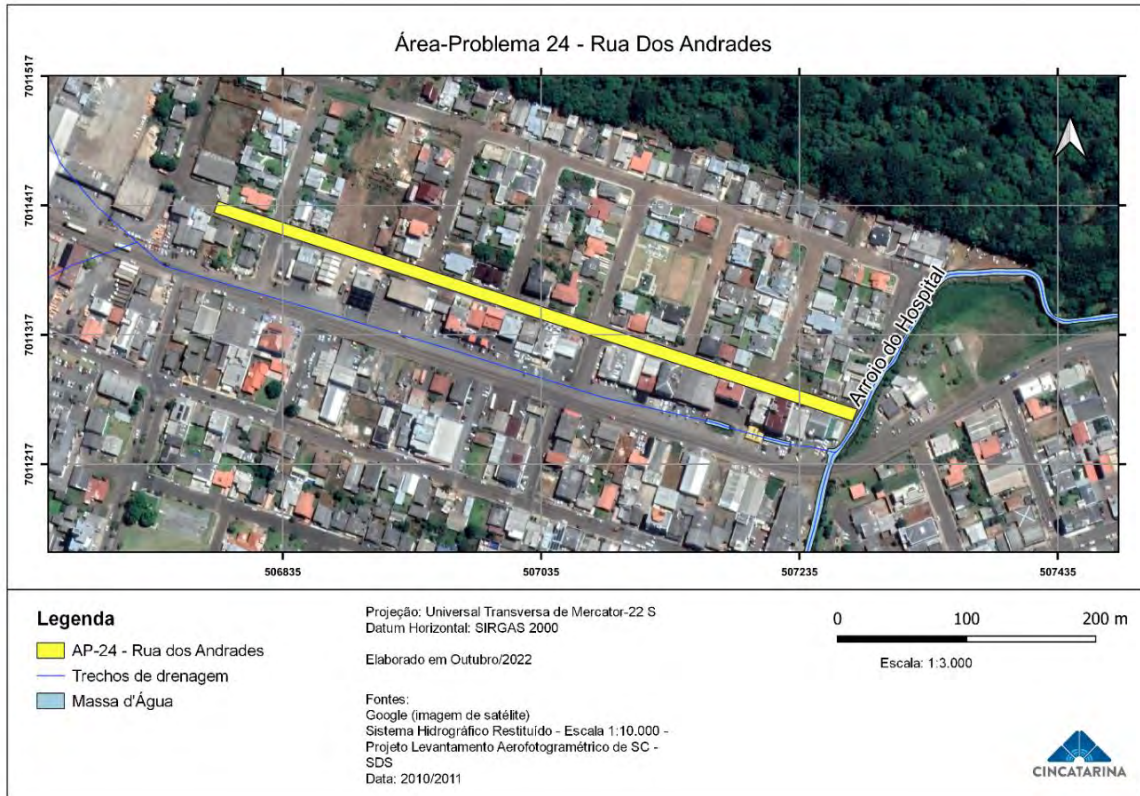
Fonte: Acervo próprio.

Até a conclusão desse diagnóstico, nenhuma intervenção havia sido realizada no local.

- AP-24 – Rua dos Andrades

Em setembro de 2022, a Rua dos Andrades (Figura 323) possuía parte de sua pavimentação em pedras e parte em asfalto, em bom estado de conservação. Esta área foi indicada pela população por meio da pesquisa de satisfação como uma área sujeita a enchentes/inundações.

Figura 323: Localização da AP-24.



Fonte: Elaboração própria.

Durante visita, observou-se que o trecho com pavimentação em pedras apresentava pontos de acúmulo de água devido a problemas no perfil da via e direcionamento para o sistema de microdrenagem (Figura 324). As bocas de lobo e tubulações estavam em condições adequadas de operação.

Figura 324: Acúmulo de água na via – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

Já no trecho asfaltado, verificou-se pontos de acúmulo de água ocasionados pelo mau funcionamento do sistema de drenagem (Figura 325).

Figura 325: Boca de lobo obstruída – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

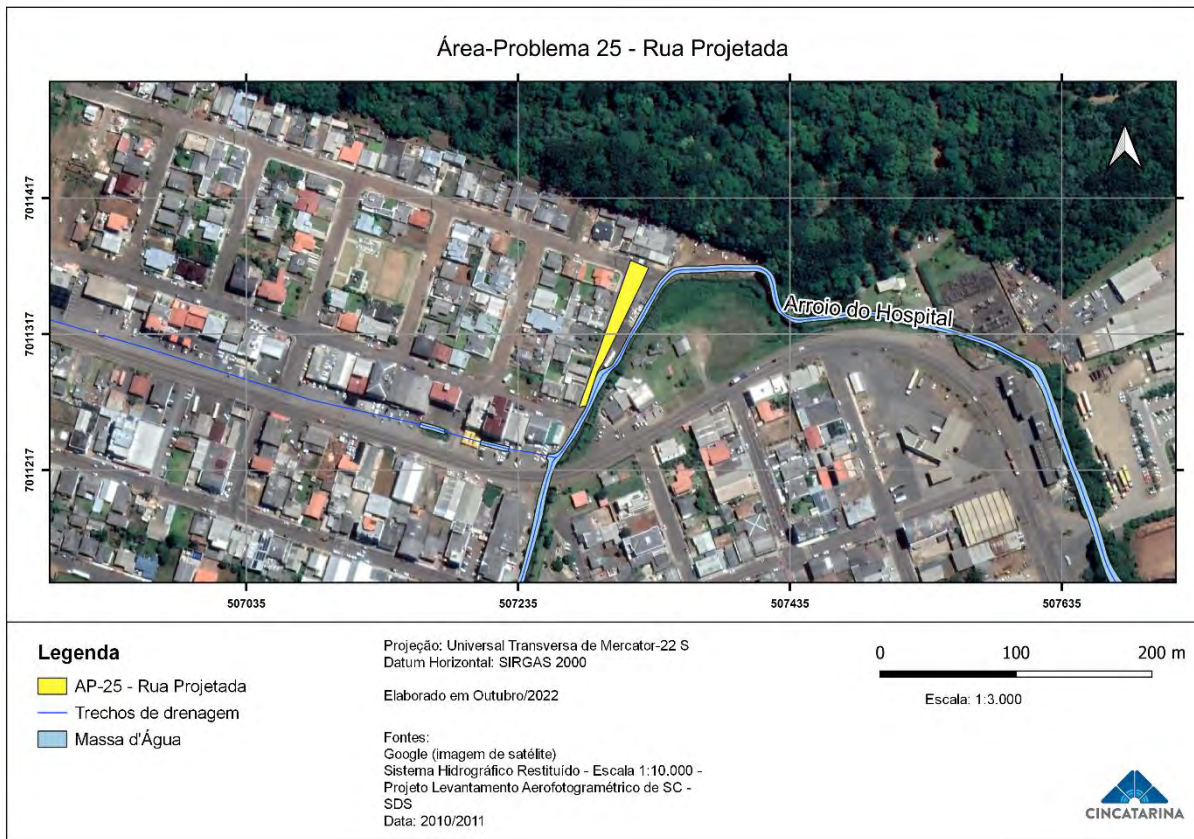
Como o sistema de drenagem direciona a água para o Arroio do Hospital, quando o nível deste se eleva, é possível que o final da Rua dos Andrades e outras ruas adjacentes sofram com processos de enchentes e inundações.

Até a conclusão desse diagnóstico, nenhuma intervenção havia sido realizada no local.

- AP-25 – Rua Projetada 1

Em setembro de 2022, a Rua Projetada 1 (Figura 326) não possuía infraestrutura de pavimentação ou microdrenagem.

Figura 326: Localização da AP-25.



Fonte: Elaboração própria.

Essa rua foi indicada na pesquisa de satisfação como sujeita a alagamentos, enchentes e inundações. Durante a visita, constatou-se que a ausência de infraestrutura de drenagem dificultava o escoamento e causava o acúmulo de água na via (Figura 327).

Figura 327: Acúmulo de água devido à falta de microdrenagem – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A Figura 328 ilustra uma vala rudimentar feita pelos moradores para direcionar a água da chuva para o Arroio do Hospital.

Figura 328: Vala rudimentar construída para escoamento da água – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

A proximidade da região com o Arroio do Hospital (Figura 329) e as características de impermeabilização da bacia a montante contribuem para ocorrências de inundações em eventos de grande precipitação.

Figura 329: Arroio do Hospital – 09/2022.



Fonte: Acervo próprio.

#### 10.2.13.4. Índice Geral de Fragilidade – IGF

Cada área-problema foi avaliada nos quesitos tecnológico, ambiental e institucional. O Anexo 06 apresenta o detalhamento de cada ponto.

Por meio do cálculo do Índice Geral de Fragilidade é possível hierarquizar as áreas-problema: quanto maior o IGF, maior a prioridade da área-problema. Os índices estão apresentados na Tabela 131.

Tabela 131: Indicadores Gerais de Fragilidade das AP do município de Fraiburgo considerando levantamento realizado em agosto e setembro de 2022.

Ação	AP-01	AP-02	AP-03	AP-04	AP-05	AP-06	AP-07	AP-08	AP-09	AP-10	AP-11	AP-12	AP-13	AP-14	AP-15	AP-16	AP-17	AP-18	AP-19	AP-20	AP-21	AP-22	AP-23	AP-24	AP-25
<b>IFS</b>	35	35	30	52	32	45	38	38	42	20	41	37	43	32	48	34	38	43	46	25	29	26	31	34	40

Fonte: Elaboração própria.

### 10.3. AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2012 E SUAS PROPOSTAS DE INVESTIMENTOS

Ao indicar objetivos para solucionar os problemas levantados, o PMSB de Fraiburgo (2012) estabeleceu de forma hierarquizada metas, programas, projetos e ações de curto e médio prazos, visando solucionar os problemas e suprir as necessidades futuras, de forma gradual e progressiva.

Neste item são analisadas as metas, programas, projetos e ações propostos de forma a verificar o seu cumprimento e propiciar um panorama situacional do município no que diz respeito ao tema.

1. Reestruturação Organizacional do Setor de Drenagem Urbana na SANEFRAI.

Comentários: Demanda não atendida. Não houve reestruturação organizacional.

2. Manutenção do Cadastro Técnico Georreferenciado da Microdrenagem Existente.

Comentários: Demanda não atendida. O cadastro técnico disponibilizado está desatualizado.

3. Programa de Educação Ambiental e Controle da Poluição.

Comentários: Demanda não atendida. Não há programa de educação ambiental voltado à questão de drenagem urbana.

4. Programa de Manutenção Preventiva e Corretiva.

Comentários: Demanda não atendida. Atualmente, não há programa de manutenção preventiva no município. A manutenção corretiva ocorre, mas é pouco eficiente, dado o elevado número de bocas de lobo danificadas encontradas durante as visitas técnicas e o acúmulo de sedimentos.

5. Plano de Manutenção e Limpeza.

Comentários: Demanda parcialmente atendida. É realizada a limpeza de bocas de lobo com hidrojato. No entanto, essas manutenções, em geral, são realizadas de forma corretiva.

6. Normatização dos Projetos de Drenagem

Comentários: Demanda não atendida. Não há manual com as informações e diretrizes descritas na meta do PMSB

7. Mapeamento APP e caracterização do uso e ocupação do solo detalhados.

Comentários: Demanda atendida. O Município realizou esse mapeamento através do Diagnóstico Socioambiental e um estudo específico de APPs urbanas.

8. Estudo Hidrológico detalhado.

Comentários: Demanda não atendida.

9. Operacionalização das comportas do Lago das Araucárias pela SANEFRAI.

Comentários: Demanda não atendida. A operação da comportas segue sendo realizada por servidores da Prefeitura.

10. Início e manutenção de Monitoramento Meteorológico.

Comentários: Demanda não atendida.

11. Elaboração de Projeto Lei que torne obrigatória a implantação de reservatórios de retenção temporária em lotes urbanos.

Comentários: Demanda atendida. Previsto no Código de Edificações, Lei Municipal nº 322/2024.

12. Elaboração Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU.

Comentários: Demanda não atendida.

13. Projetos e Obras de Macrodrenagem para as bacias 5 e 6.

Comentários: Demanda não atendida.

#### 10.4. PROGNÓSTICO

A partir do diagnóstico do sistema de drenagem urbana e do manejo de águas pluviais do município, verifica-se que os problemas estão relacionados, principalmente, à falta de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, à realização de

intervenções no sistema sem estudos técnicos, à falta de rotinas periódicas de manutenções preventivas para todos os componentes dos sistemas de drenagem e ausência de fiscalização e monitoramento do sistema.

Cabe ressaltar que as deficiências do sistema de drenagem urbana são agravadas pela disposição indevida de esgotos sanitários, lançados diretamente ou advindos de sistemas de tratamento individuais ineficientes, que são responsáveis pela geração de mau odor emanado das bocas de lobo.

A principal recomendação deste relatório é de que qualquer intervenção a ser realizada receba o tratamento técnico adequado e siga as diretrizes de um projeto básico integrado de drenagem urbana. O dimensionamento dos dispositivos de drenagem deve ser desenvolvido prevendo as situações desfavoráveis de impermeabilização do solo trazidas pela urbanização futura, ou novos problemas aflorarão em áreas que se imaginavam equacionadas pelos serviços de drenagem urbana.

#### **10.4.1. Da materialização das propostas**

As propostas apresentadas neste capítulo devem ser objeto de tratamento técnico específico para cada caso, para avaliação de sua viabilidade técnica e econômico-financeira. No entanto, as soluções projetadas não devem, salvo exceções, ter tratamento exclusivo e pontual, mas estarem compatibilizadas pelas diretrizes de um projeto de concepção abrangente da bacia em que se encontram inseridas.

A interação e as interferências do sistema de drenagem urbana com os demais serviços públicos devem ser observadas no planejamento das ações definidas em projeto.

#### **10.4.2. Confiabilidade e segurança das soluções**

O processo de contratação das consultoras para elaboração e gerenciamento dos projetos básicos e executivos deve se revestir de todas as precauções para que sejam selecionadas empresas com habilitação e capacidade técnica para conduzir soluções necessárias.

Os mesmos cuidados na definição dos períodos de retorno para as diferentes unidades do sistema de drenagem e na obtenção dos valores de precipitações pluviométricas (Curva IDF), objetivando a segurança e a funcionalidade, devem ser estendidos a todos os componentes do sistema de drenagem.

### **10.4.3. Macrodrenagem**

O sistema de macrodrenagem de Fraiburgo está fundamentado pelo escoamento ao longo dos pequenos cursos de água do perímetro urbano, ou seja, a topografia acidentada faz com que córregos e arroios sejam os seus componentes principais.

Os novos conceitos de drenagem sustentável impõem a manutenção dos cursos de água em seu curso natural e aberto. A canalização dos cursos de água deve ser fortemente desencorajada.

As travessias dos córregos em vias públicas devem ser desenvolvidas preferencialmente por galerias, com cabeceiras que reduzam a possibilidade de obstrução por galhos e outros entulhos, o que é mais difícil de se obter com tubos de concreto.

Intervenções na macrodrenagem de Fraiburgo são fundamentais para a melhoria na gestão das águas pluviais e redução nos pontos de alagamentos, inundações e enchentes.

#### **10.4.3.1. Operação das comportas do Lago das Araucárias**

O Lago das Araucárias tem função importante no amortecimento das cheias e no controle de enchentes e inundações em Fraiburgo.

É importante que seja aprimorada a gestão das comportas do Lago, para que sejam tomadas ações preventivas de redução do nível do lago em momentos anteriores a precipitações de maior volume. Recomenda-se que esta gestão seja realizada de forma conjunta entre a SANEFRAI e a Defesa Civil municipal.

Além disso, deverão ser adotadas medidas para coibir o lançamento irregular de esgoto no sistema de drenagem pluvial, pois tal prática contribui para o acúmulo de sedimentos no interior do lago, o que, conseqüentemente, reduz seu volume e a capacidade de amortecimento das cheias e das vazões superficiais.

#### 10.4.3.2. Desassoreamento do Rio Mansinho

O Rio Mansinho tem sua nascente localizada em área próxima ao bairro São Miguel, sendo que suas águas correm em direção ao bairro Liberata. Foi indicado por técnicos da SANEFRAI a necessidade de intervenção junto a este corpo hídrico, em função de problemas ocasionados na drenagem no bairro Liberata.

Em 2020, foi iniciado um processo junto ao IMA com objetivo de executar a obra de desassoreamento. Contudo, a obra não foi iniciada e, para esta intervenção, será necessário recomeçar o procedimento desde o seu início. Espera-se que com esta intervenção, seja possível solucionar, ao menos em parte, os problemas identificados nas APs 03 e 12.

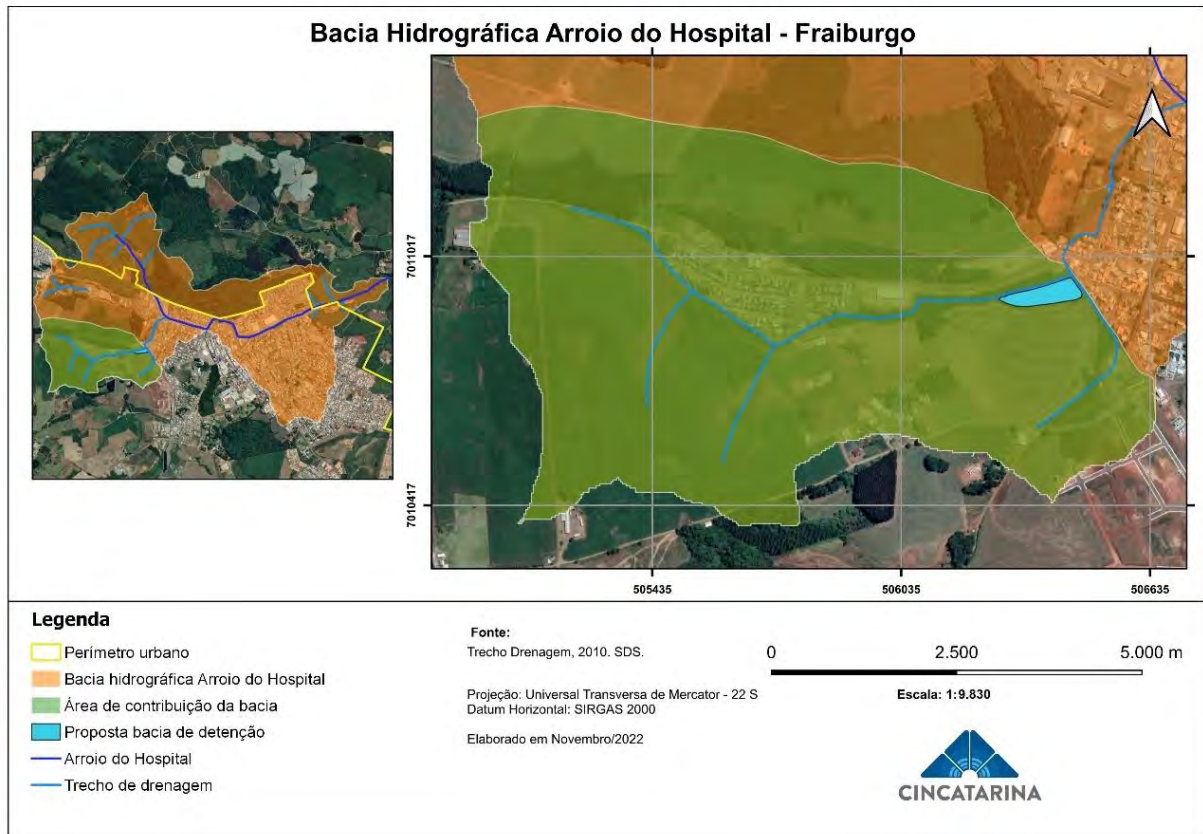
#### 10.4.3.3. Construção de bacia de retenção/detecção – Montante do Arroio do Hospital (Rua Amâncio Chelli)

Em função da condição verificada na etapa de diagnóstico, recomenda-se a construção de uma bacia de retenção capaz de reduzir o pico de vazão do Arroio do Hospital, responsável principalmente pelos problemas descritos na AP-13.

O reservatório de retenção tem a função de amortecer vazões de pico, redistribuindo estas vazões em determinado período. Este tipo de reservatório, em geral, funciona a seco, só sendo caracterizado como reservatório durante os eventos chuvosos e por um curto período posterior ao evento, quando ocorre o seu esvaziamento.

No passado, já foi estudada a possibilidade de construir esta bacia, na área onde hoje está instalado o laboratório de análises ambientais Terranálises. Contudo, há disponibilidade de outros terrenos na região que atenderiam a necessidade. Neste estudo preliminar, definiu-se que a área necessária de reservatório seria de 4.420 m<sup>2</sup> e o volume de 8.840 m<sup>3</sup>, o que resultaria em aproximadamente 14 minutos da vazão máxima. Ressalta-se a necessidade de elaboração de projeto básico e executivo detalhados para a implementação da bacia. A Figura 330 apresenta uma sugestão locacional para a bacia de retenção e sua área de contribuição é de aproximadamente 1,1 km<sup>2</sup>.

Figura 330: Bacia de Detenção - Arroio do Hospital



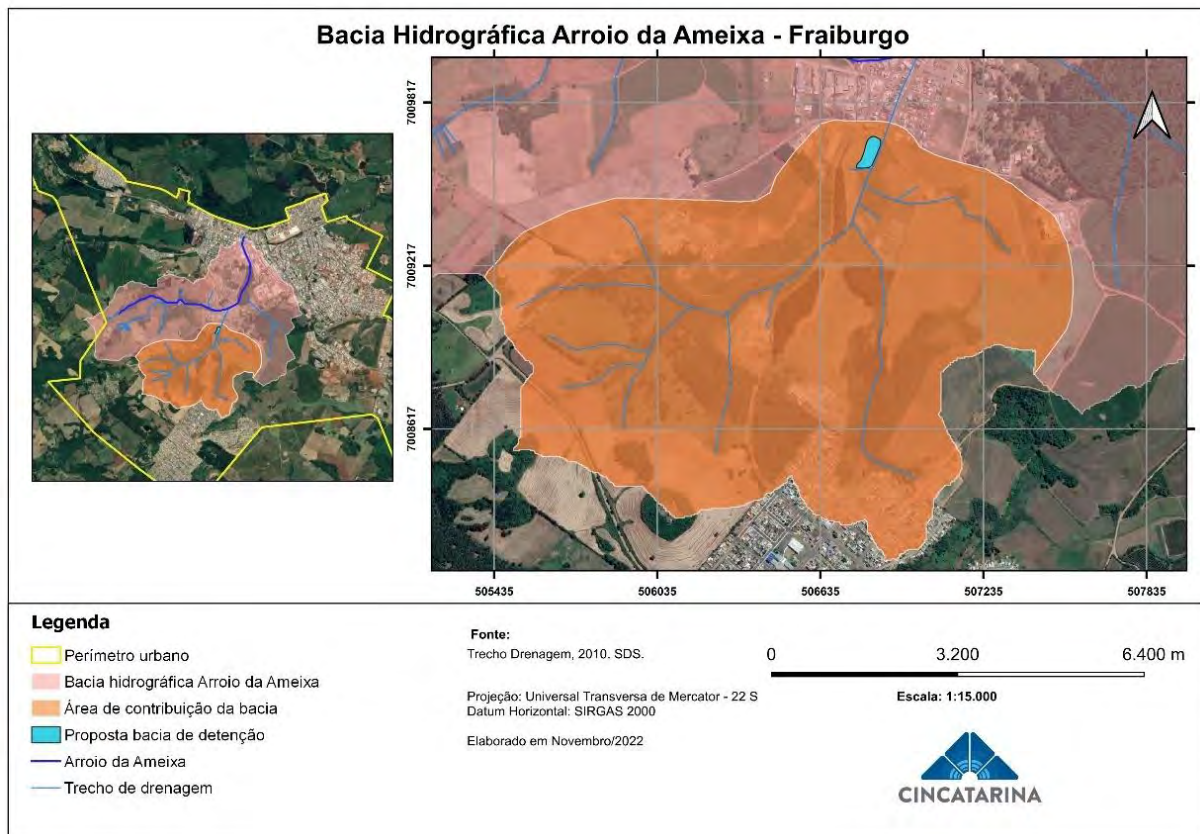
Fonte: Elaboração própria.

#### 10.4.3.4. Construção de bacia de detenção/retenção – Montante do Lago das Araucárias

Como complemento à capacidade de amortecimento de cheias do Lago das Araucárias, recomenda-se a construção de uma bacia de detenção à montante do lago, que receberá as contribuições do bairro São Miguel e do Colina do Sol.

Além de aumentar a capacidade de amortecimento, esta bacia também tem objetivo de possibilitar melhor escoamento das águas do bairro Salete, contribuindo para reduzir os problemas de alagamentos e inundações verificadas na etapa de diagnóstico. Ressalta-se a necessidade de elaboração de projeto básico e executivo detalhados para a implementação da bacia. A Figura 331 apresenta uma sugestão locacional para a bacia de detenção e sua área de contribuição é de aproximadamente 2 km<sup>2</sup>.

Figura 331: Bacia de Detenção - Arroio da Ameixa



Fonte: Elaboração própria.

#### 10.4.4. Detenção e permeabilidade

A principal regra de uma boa prática de drenagem urbana sustentável é reduzir o escoamento superficial minimizando as superfícies impermeáveis da cidade e dividindo a captação para evitar a concentração de grandes volumes de água em um ponto (CASTRO FRESNO, 2005).

Deste modo, a detenção e a infiltração das águas pluviais devem ser incentivadas e disciplinadas para que se realizem nas unidades imobiliárias as intervenções necessárias para a implantação dessas alternativas.

Recomenda-se o uso de incentivo fiscal para a manutenção de um maior percentual de solos permeáveis, sendo que as obras públicas, praças e calçadas, devem ser direcionadas para uma valorização da permeabilidade do solo, Figura 332. Para o caso específico de calçadas permeáveis, é importante que aquelas destinadas ao fluxo de pessoas mantenham suas características de acessibilidade.

Figura 332: Exemplos de valorização da permeabilidade dos solos.



Fonte: Reprodução/Rhino Pisos; Tecnosil; CityMakers; Projeto Batente.

A implantação de cisternas, Figura 333 e Figura 334, para a coleta e reservação das águas pluviais, pode diminuir ou até evitar alagamentos e sobrecarga da rede pluvial, sendo que se apresenta como uma boa alternativa para detenção dessas águas. Como vantagem adicional, a instalação de cisternas permite a utilização das águas pluviais para usos não nobres, possibilitando também a redução da pressão sobre o sistema de abastecimento de água potável e seus mananciais.

A instalação das cisternas deverá observar os parâmetros previstos na NBR 15527 (ABNT, 2019) e regulamentações específicas do município de Fraiburgo.

Figura 333: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.



Fonte: Sempre Sustentável, sem data.

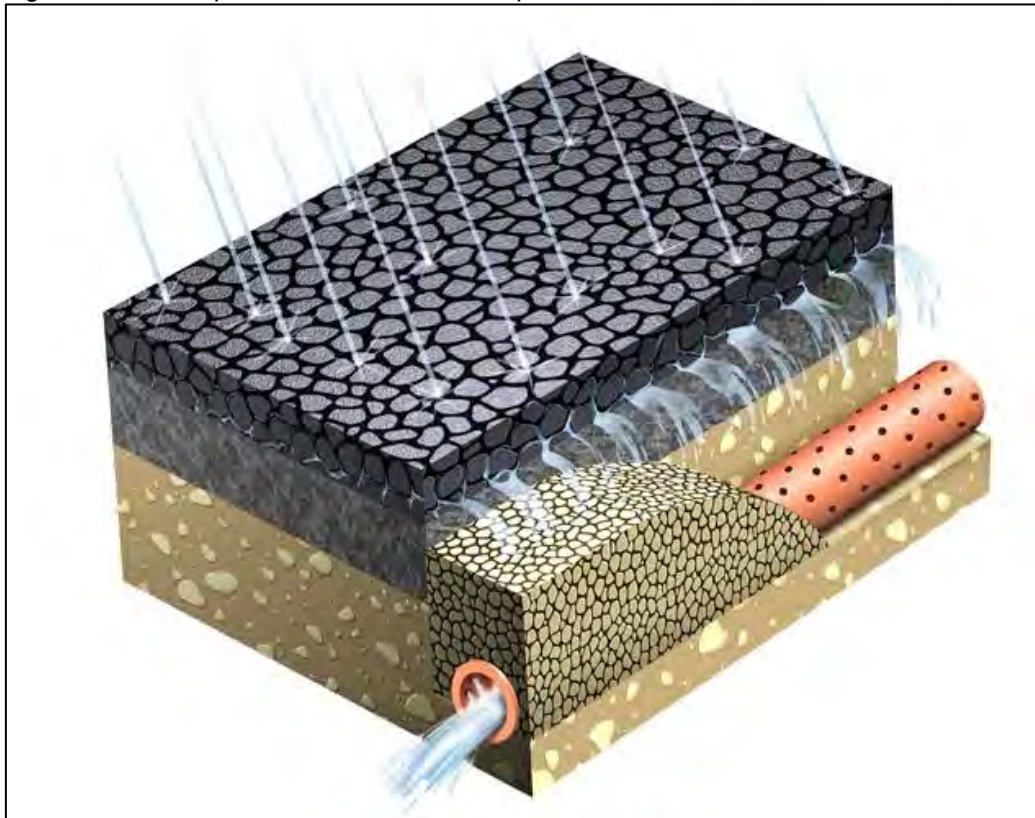
Figura 334: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.



Fonte: Valmaster, 2018.

Outro modo para diminuir o escoamento superficial, são as pavimentações permeáveis, que contribuem para a diminuição dos problemas de inundações urbanas. Este tipo de pavimento consegue absorver grande parte da água fazendo com que ela fique retida por mais tempo possibilitando um fluxo menor nos cursos hídricos que recebem a água da chuva evitando enchentes e diminuindo os alagamentos (Figura 335).

Figura 335: Exemplo de sistema de asfalto permeável.



Fonte: Pinheiro (2019).

#### 10.4.5. Remuneração dos serviços

A cobrança específica pela prestação do serviço de drenagem é fundamental enquanto política pública para o planejamento sustentável e a gestão das águas urbanas, porém, atualmente este serviço não gera receita.

A manutenção do sistema de drenagem necessita de equipes estruturadas para a atuação preventiva que assegure a funcionalidade de bocas de lobo, redes, galerias e córregos, assim como de investimentos significativos. Para fazer frente a esses investimentos, visando à efetividade do sistema de drenagem, as taxas de drenagem,

quando estabelecidas, devem ter previsão de recursos para a manutenção e investimentos necessários.

Atualmente, o serviço de drenagem recebe recursos do orçamento geral do município, oriundos de impostos. A adoção de taxa exclusiva de drenagem permitirá cobrar efetivamente pelo uso. Considera-se uso, neste caso, a impermeabilização do solo, responsável pela geração do aumento do escoamento superficial. De outra forma, a proposta poderia não ser de caráter punitivo (onera-se mais quem utiliza mais), mas de benefício (onera-se menos quem adotar medidas de controle do escoamento superficial em sua propriedade).

A manutenção do sistema de drenagem necessita de equipes estruturadas para a atuação preventiva que assegure a funcionalidade de bocas de lobo, redes, galerias e córregos, assim como de investimentos significativos. Visando a sustentabilidade financeira do sistema de drenagem, as taxas de drenagem quando estabelecidas devem ter previsão de recursos para a manutenção e investimentos necessários.

O assunto da cobrança já foi previsto no art. 36 da Lei Federal nº 11.445/2007 e no art. 16 da Política Municipal de Saneamento Básico, Lei Municipal nº 2.111/2011:

Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada mediante remuneração pela cobrança dos serviços:

[...]

III - de manejo de águas pluviais urbanas, por meio de tributos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades (FRAIBURGO, 2011).

A aplicação de uma taxa de drenagem é uma forma de sinalizar ao usuário a existência de um valor para os serviços de drenagem urbana e que estes custos variam de acordo com a impermeabilização do solo (GOMES *et al.*, 2008). Como o serviço é ofertado igualmente a todos os usuários, é difícil estabelecer um valor a ser cobrado pelo uso destes serviços.

De acordo com Tucci (2002), uma propriedade totalmente impermeabilizada gera 6,33 vezes mais volume de água do que uma propriedade não impermeabilizada, ou seja, essa propriedade sobrecarregará o sistema de drenagem seis vezes mais que uma não impermeabilizada.

É prudente considerar que a taxa pelos serviços de drenagem de um lote impermeabilizado seja mais alta que a de um lote não impermeabilizado, devido à

sobrecarga. Os custos variarão, portanto, em função da área de solo impermeabilizada.

A adoção da cobrança proporcional à área impermeabilizada, ponderada por um fator de declividade, gera uma individualização da cobrança, permitindo a associação, por parte do consumidor, a uma efetiva produção de escoamento superficial. Este embasamento físico torna a cobrança mais facilmente perceptível para o consumidor, possibilitando a criação de uma taxa correspondente para cada usuário (BAPTISTA & NASCIMENTO, 2002).

No município, como anteriormente descrito, a Lei Municipal nº 2.111/2011 prevê, em seu artigo 16, a remuneração pela prestação do serviço de manejo de águas pluviais urbanas. Porém, apesar da previsão legal, a cobrança da taxa não foi implementada.

Para fins de parâmetro de comparação, destacamos o valor estipulado pelo *Urban Drainage and Flood Control District*, que faz a gestão de drenagem e proteção contra cheias da região metropolitana de Denver, no Colorado, EUA. O valor máximo de cobrança é de 0,1% sobre o valor venal da propriedade, mas o que tem sido cobrado varia de 0,06 a 0,07% (LARENTIS, 2017).

#### **10.4.6. ALTERNATIVAS PARA SOLUÇÕES DAS ÁREAS-PROBLEMA DIAGNOSTICADAS**

A seguir são apresentadas algumas alternativas para solucionar as áreas-problema levantadas para o município, relativas ao sistema de drenagem e manejo de água pluviais urbanas, considerando o cenário levantado. Enfatiza-se a importância da elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana para orientar as soluções para os problemas diagnosticados.

Cabe salientar que o Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas é um serviço que não tem sustentabilidade financeira (não é cobrado), sendo assim, os recursos a serem aplicados para as intervenções e obras, principalmente de macrodrenagem podem ser condicionados a disponibilidade de recursos de fundo perdido ou investimentos oriundos do orçamento geral do município.

##### **10.4.6.1. Ações propostas por área-problema**

Na Tabela 132, são apresentadas sugestões para as ações de cunho geral a serem tomadas em relação às AP encontradas no município, para os vinte e cinco pontos levantados, já considerando as intervenções que foram feitas até julho de 2024. Destaca-se que as sugestões são orientativas para estudos mais aprofundados e foram colhidas do que se percebeu nas visitas técnicas, pelos apontamentos da população através da pesquisa de satisfação online e através das contribuições apresentadas pela SANEFRAI.



Ação	AP-01	AP-02	AP-03	AP-04	AP-05	AP-06	AP-07	AP-08	AP-09	AP-10	AP-11	AP-12	AP-13	AP-14	AP-15	AP-16	AP-17	AP-18	AP-19	AP-20	AP-21	AP-22	AP-23	AP-24	AP-25	
<b>Implantação de pavimentos</b>			X													X							X		X	
<b>Controle de processos erosivos</b>	X		X										X			X						X	X		X	
<b>Campanhas de educação pública ambiental</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Serviços de comunicação social</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Fiscalização</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Treinamento de mão de obra</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Ação conjunta com outros componentes do saneamento ambiental</b>											X															

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2004).

## 10.4.6.2. Propostas de estruturação das ações a serem implementadas

A Tabela 133 apresenta a relação da sugestão das propostas prioritárias de estruturação que devem ser tomadas pelo município.

Tabela 133: Prioridades nas propostas de estruturação a serem tomadas.

Tipo de ação	Demanda	Proposta de estruturação
<b>Elaboração de projetos básicos ou estudos preliminares e projetos executivos</b>	13	Contratar estudos preliminares ou projetos básicos de drenagem da cidade. Contratar projetos executivos para as AP mais problemáticas, depois dos projetos básicos.
<b>Implantação de obras de microdrenagem</b>	6	Realizar obras de microdrenagem conforme definido nos projetos básicos e executivos.
<b>Implantação de obras de macrodrenagem</b>	9	Realizar obras de macrodrenagem conforme definido nos projetos básicos e executivos.
<b>Cadastro dos dispositivos existentes</b>	0	São informações básicas para o planejamento de qualquer sistema de drenagem. Inclui número, locais e dimensões das bocas de lobo, diâmetro das tubulações, estimativas de vazões a captar por cada sistema, locais para amortecimento, retenção e detenção de vazões etc. O cadastro deve sempre ser mantido atualizado.
<b>Monitoramento</b>	25	Programa de fiscalização e monitoramento periódicos dos dispositivos que compõem o sistema de drenagem, norteando os programas de manutenção e recuperação.
<b>Definição de referenciais técnicos</b>	25	Elaboração ou implantação de manual técnico, assegurando o tratamento mais adequado a todas as intervenções relativas a melhorias do sistema e implantação de redes.
<b>Desobstrução de dispositivos hidráulicos</b>	25	Programa municipal de manutenção periódica dos dispositivos do sistema de drenagem, resultante do programa de fiscalização e monitoramento.
<b>Recuperação física de dispositivos existentes</b>	2	Programa municipal de recuperação periódica dos dispositivos do sistema de drenagem, resultante do programa de fiscalização e monitoramento.
<b>Adequação ou melhoramento de dispositivos existentes</b>	9	Resultado das etapas de monitoramento, manutenção e recuperação dos dispositivos, em consonância com estudos preliminares/projeto básico de drenagem.
<b>Recuperação de pavimentos</b>	0	Não foram apontados problemas pertinentes relativos à recuperação de pavimentos nos locais apontados como AP.
<b>Implantação de pavimentos</b>	4	Implantação de pavimentos e sistema de microdrenagem adequados aos projetos contratados nas ruas das AP.
<b>Controle de processos erosivos</b>	7	Realizar obras cuja finalidade primordial é evitar ou reduzir a energia do escoamento das águas pluviais sobre terrenos desprotegidos.
<b>Campanhas de educação pública ambiental</b>	25	Desenvolver programas de educação ambiental sobre a importância do monitoramento da situação dos dispositivos de drenagem, os danos que a má operação da drenagem urbana pode causar à saúde, bem como sobre a interferência do manejo inadequado dos resíduos sólidos no sistema e os problemas causados pela disposição irregular de

Tipo de ação	Demanda	Proposta de estruturação
		esgotamento sanitário nos dispositivos do sistema de drenagem.
<b>Serviços de comunicação social</b>	25	Disponibilizar canal de contato direto entre cidadãos e órgãos públicos responsáveis pela drenagem urbana, bem como canal para sugestões, críticas, denúncias etc.
<b>Fiscalização</b>	25	Desenvolver rotinas de fiscalização de projetos e obras com interferências no sistema de drenagem.
<b>Treinamento de mão de obra</b>	25	Capacitação técnica (teórica e prática) de toda a equipe municipal responsável pelo sistema de drenagem, permitindo-os analisar os estudos e os projetos propostos para execução, manutenção e operação do sistema, bem como capacitação de pessoal para orientação da população.
<b>Ação conjunta com outros componentes do saneamento ambiental</b>	1	Monitoramento e fiscalização da situação do sistema de drenagem com relação a interferências causadas pela disposição irregular de esgotos e resíduos sólidos.

Fonte: Adaptado de Silva Junior *et al.* (2018).

Um aspecto muito importante na garantia das obras implantadas é a manutenção das estruturas que compõem o sistema hidráulico, pois muitas vezes pequenas intervenções de engenharia ao longo da vida do sistema de drenagem/contenção, feitas adequadamente, evitam ou impedem o colapso. A conscientização de todos na conservação das obras implantadas é fundamental na garantia do seu bom funcionamento.

A seguir, serão elencados aspectos gerais, aplicáveis para todas as áreas problemas e, para aquelas cuja solução requeira medidas adicionais, estas serão detalhadas na sequência.

#### 10.4.6.3. Medidas aplicáveis para todas as Áreas-Problema

A principal deficiência comum verificada na etapa de diagnóstico foi a ausência de manutenção regular e programada dos equipamentos de microdrenagem. Isto acarreta queda na eficiência e agravamento de outros problemas existentes nas diversas regiões espalhadas pelo município. Os problemas de manutenção surgem tanto da ausência de cronograma, quanto da insuficiência de pessoal para executar as obras em todo o perímetro urbano de Fraiburgo. Assim, é fundamental que seja elaborado e seguido o cronograma de manutenção, para que se cumpra o planejamento.

De forma complementar, deve-se investir em campanhas e programas de educação ambiental sobre a importância do monitoramento da situação dos dispositivos de drenagem, os danos que a má operação da drenagem urbana pode causar à saúde, bem como sobre a interferência do manejo inadequado dos resíduos sólidos no sistema e os problemas causados pela disposição irregular de esgotamento sanitário nos dispositivos do sistema de drenagem. Além disso, deve-se disponibilizar canal de contato entre os usuários e os responsáveis pela gestão da drenagem, com objetivo de registrar sugestões, críticas e denúncias.

Deve-se investir em capacitação técnica (teórica e prática) de toda a equipe envolvida na gestão e manejo de águas pluviais, para que seja aprimorada a análise de projetos, a manutenção e a operação do sistema. A criação de um manual normativo público, disponível à sociedade, contribuirá para que novos empreendimentos (em especial os de parcelamento do solo) atendam aos requisitos exigidos pela SANEFRAI, de forma que estes não impactem negativamente no sistema de drenagem municipal.

#### 10.4.6.4. Medidas aplicáveis para APs específicas

As medidas indicadas no item 10.4.3 (Macro drenagem), se adotadas, são capazes de contribuir para a melhora dos efeitos adversos (alagamentos, enchentes ou inundações) verificados nas AP-01, AP-02, AP-03, AP-04, AP-06, AP-09, AP-11, AP-12, AP-13, AP-14, AP-15, AP-19, AP-24 e AP-25.

Por fim, as Áreas-Problema 03, 16, 23 e 25 não contam com pavimentação. O pavimento, seja asfáltico, seja com blocos, permite a redução no transporte de sedimentos para os rios responsáveis pela macro drenagem (reduzindo o assoreamento) e é importante para o escoamento e direcionamento da água pluvial até as bocas de lobo, por meio de sarjetas, meio-fio e, por vezes, pela própria faixa de rolamento de veículos. Estas vias devem ser devidamente pavimentadas, de forma a reduzir os impactos de eventos intensos de precipitação sobre o fluxo de carros e pessoas.

## 10.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Os trabalhos de diagnóstico permitiram identificar as fragilidades do sistema de drenagem, que sofreu ao longo dos anos intervenções pontuais e descontinuas, sem projeto básico para ser seguido.

Foi possível observar que algumas vias não são pavimentadas e não possuem sistema de drenagem pluvial implantado e, quando existentes, o número, dimensão ou conservação dos dispositivos de microdrenagem instalados não é adequada.

Como conclusões deste relatório, para o estabelecimento de investimentos nos programas e projetos que serão objeto de detalhamento em etapa posterior, destacam-se, sem ordem de prioridade:

1. Revisar e manter atualizado o cadastro técnico digitalizado da malha de drenagem e seus acessórios, assim como realizar treinamentos contínuos com o pessoal local para a manutenção e atualização deste cadastro;
2. Elaborar Plano Diretor de Drenagem Urbana detalhando as soluções globais e localizadas, métodos construtivos e serviços a executar com o orçamento do custo das obras necessárias;
3. Realizar estudo para avaliar a cobrança pelos serviços de drenagem urbana das águas pluviais;
4. Realizar os estudos necessários para viabilizar tecnicamente as obras necessárias de microdrenagem nas áreas-problema;
5. Realizar os estudos necessários para viabilizar tecnicamente as obras necessárias de macrodrenagem nas áreas-problema;
6. Executar as obras de micro e macrodrenagem conforme projetos e disponibilidade de recursos financeiros;
7. Evitar a tubulação ou retificação dos cursos d'água, mantendo as condições naturais de escoamento;
8. Desenvolver programas permanentes e promover ações de educação ambiental para a divulgação e a conscientização dos efeitos da impermeabilização e de incentivo à permeabilidade, dos conceitos de drenagem sustentável e do adequado uso do sistema de drenagem urbana;
9. Exercer as atividades de fiscalização e monitoramento de lançamentos indevidos no sistema de drenagem urbana através das equipes de desobstrução de

dispositivos hidráulicos. Quando identificados, exigir a adequação à legislação e às normas vigentes, especialmente quando da solicitação de alvará de reforma ou ampliação da edificação;

10. Manter rigor na análise técnica e na fiscalização da implantação dos projetos.
11. Incentivar a manutenção da permeabilidade dos solos em residências e instalações comerciais e industriais;
12. Incentivar a coleta e o reaproveitamento das águas pluviais;
13. Valorizar a permeabilidade do solo e a retenção das águas pluviais nas obras públicas, praças e calçadas;
14. Minimizar o arraste de sedimentos para o sistema de drenagem com medidas de pavimentação de ruas e retenção destes sedimentos;
15. Manter permanente fiscalização para evitar a ocupação ilegal de áreas inadequadas para uso urbano, por apresentarem elevado risco, como várzeas, margens de retenção de sedimentos, áreas de acomodação de águas, margens de córregos e arroios, áreas de uso futuro previsto para componentes de drenagem urbana, entre outras;
16. Estabelecer rotinas de manutenções periódicas e preventivas para todos os componentes dos sistemas de drenagem, destacando a limpeza de redes, travessias e bocas de lobo;
17. Realizar a reestruturação organizacional do Setor de Drenagem Urbana na SANEFRAI, com ampliação da equipe e programas de capacitação contínua, visando melhorar a eficiência operacional e otimizar processos; e
18. Aprimorar a gestão das comportas do Lago. Recomenda-se que esta gestão seja realizada de forma conjunta entre a SANEFRAI e a Defesa Civil municipal.

## 11. PLANO DE METAS, PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

Os princípios fundamentais e diretrizes das políticas públicas de saneamento básico nortearam as ações de planejamento e definição dos objetivos gerais deste produto. Estabelecidos os objetivos gerais, prosseguiu-se com a definição das metas setoriais, tendo como base os cenários verificados nos diagnósticos, prognósticos e aqueles estabelecidos em legislação ao longo do horizonte desse plano.

Neste capítulo, as considerações finais dos diagnósticos e prognósticos setoriais foram convertidas em metas, tendo sido elaboradas estimativas dos recursos necessários para a execução das medidas propostas nesta revisão. As metas foram distribuídas no horizonte de planejamento deste plano através de cronograma físico-financeiro. As tabelas detalham os períodos de execução das metas e os recursos necessários para alcance destas para cada um dos eixos do saneamento básico abordados nesta revisão do PMSB.

Os investimentos projetados para o atendimento das demandas futuras de ampliação e melhoria dos serviços para o SAA e de implantação do SES foram estimados a partir de custos integrados divulgados e/ou por sistemas paradigma, sendo todos os valores referenciados a dezembro de 2024. O valor global dos recursos estimado para a execução das metas, no horizonte de abrangência deste plano (20 anos), para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário é de R\$ 113.494.100,00.

Os investimentos previstos para a Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos do município foram projetados considerando os custos de ações semelhantes realizadas por municípios de porte similar. Considerando a continuidade da terceirização dos serviços de coleta de resíduos e a prestação, pela SANEFRAI, dos serviços de disposição final de resíduos, o valor estimado para a execução das ações, no horizonte de abrangência deste plano (20 anos), para os serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, é de R\$ 5.236.500,00.

Os investimentos previstos para a Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas foram estimados com base em custos integrados, o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices – SINAPI e o Sistema de Custos Referências de Obras – SICRO, e através de valores de contratações semelhantes realizadas por municípios de mesmo porte. O valor de recursos estimados para a execução das metas, no horizonte de abrangência deste plano (20 anos), para os serviços de drenagem e

manejo de águas pluviais urbanas é de R\$ 27.683.200,00, sendo a execução destes condicionada a disponibilidade de recursos não onerosos (recursos a “fundo perdido”).

Ressalte-se que as estimativas de investimento apresentadas carregam margem de erro em função da fragilidade das informações disponíveis e pela ausência de estudos de concepção com orçamentos estimativos. Estas projeções de investimento deverão ser revisadas assim que os projetos básicos sejam finalizados.

Os cronogramas financeiros para os serviços de saneamento básico estão apresentados a seguir, Tabela 134 a Tabela 145. O destaque em cor nas células representa o período para execução das metas, e os valores informados são os investimentos estimados para realização das metas.

Tabela 134: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SAA – Ano 1 ao Ano 10.

Metas		Ano 01	Ano 02	Ano 03	Ano 04	Ano 05	Ano 06	Ano 07	Ano 08	Ano 09	Ano 10
1	Realizar a adequação da estrutura das casas de químicas dos poços conforme projetos existentes (Poço P1 ao P16);	47.700	15.900								
2	Construir novas casas de química a fim de melhorar o armazenamento de produtos químicos nos poços P5 e P18, bem como nos poços dos SAA Faxinal dos Carvalhos, SAA Papuã e SAA X de Novembro			55.000	55.000	55.000	55.000	55.000			
3	Instalar macromedidores nos poços dos SAA Faxinal dos Carvalhos, SAA Papuã e SAA X de Novembro para controle dos volumes captados	6.300									
4	Realizar a regularização dos poços profundos que ainda não possuem outorga de uso da água	6.900	10.400								
5	Desenvolver projetos para adequação da casa de química da ETA e para implantação do sistema de tratamento e reaproveitamento dos efluentes da ETA										
6	Realizar as obras de adequação da casa de química e a implantação do sistema de tratamento e reaproveitamento dos efluentes da ETA		40.000	130.000							
7	Finalizar o processo de licenciamento ambiental do SAA urbano										
8	Realizar medições de campo para confirmar a disponibilidade de água no ponto de captação atual, em períodos distintos do ano, além de acompanhar a existência de outros usos a montante da captação que possam comprometer a disponibilidade hídrica;	8.600	7.600								
9	Realizar o desassoreamento da captação do Rio Mansinho	50.000									
10	Desenvolver projetos executivos para implantação de nova captação superficial e ampliação do sistema produtor do SAA Central, contemplando a construção de estrutura de captação superficial, novas unidades de recalque de água de bruta e respectivas adutoras, ampliação da ETA existente ou construção de nova unidade e ampliação da capacidade de adução de água tratada da unidade de tratamento até os centros de reservação		80.000	80.000							
11	Executar as obras necessárias para implantação de captação e ampliação do sistema produtor do SAA Central, conforme projetos executivos, incluindo linha de adução			1.440.000	2.470.000						
12	Implantar programa de redução de perdas, desenvolvendo procedimentos para atualização dos índices de produção de água, de perdas na distribuição e de processo. Deverão ser definindo setores de macromedição na rede de distribuição, bem como realizadas pesquisas de vazamentos ocultos na rede de distribuição. O programa deverá prever a redução gradual do índice de perdas atingindo um índice de perdas de no máximo 25% até o ano de 2033	51.900	45.900	7.500	7.500						
13	Capacitar equipe de campo para levantamento de informações durante obras de ampliação e/ou manutenção de rede para aprimorar as informações do cadastro de redes										

Tabela 134: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SAA – Ano 1 ao Ano 10.(continuação)

Metas		Ano 01	Ano 02	Ano 03	Ano 04	Ano 05	Ano 06	Ano 07	Ano 08	Ano 09	Ano 10
14	Estabelecer programa para verificação subsequente dos micromedidores com sete ou mais anos de uso, conforme prevê a Portaria INMETRO nº 155/2022, substituir os hidrômetros reprovados. Priorizar inicialmente os consumidores residentes e que se enquadram nas faixas superiores à 10 m³/mês¹	125.000	125.100	168.700	206.400	196.400	218.900	142.900	127.000	138.300	181.900
15	Fazer a manutenção das unidades do sistema de abastecimento, mantendo rotina de roçada, pintura e eventuais consertos nas unidades, presando sempre pela segurança das unidades através de cercamento, e a utilização de cadeados em tampas, portas e portões										
16	Realizar a reforma do reservatório em concreto de 350 m³ do SAA São Miguel e reativá-lo;		200.000								
17	Implantar obras de melhorias no sistema distribuidor, contemplando: ampliações de rede, substituição de redes, implantação de novas ligações e substituição de ramais de ligação;	302.500	643.400	624.800	629.200	594.200	562.500	570.200	628.800	561.100	343.400
17.1	Ampliação de rede	48.400	312.400	314.100	315.800	272.200	228.100	229.400	230.700	232.100	53.900
17.2	Substituição de rede	210.400	212.600	214.800	217.100	219.400	221.600	223.900	226.200	228.600	229.100
17.3	Substituição de ramal	34.900	2.400	2.400	2.500	2.500	2.600	2.700	2.700	2.800	2.800
17.4	Novas ligações	8.800	56.800	57.100	57.400	54.900	52.300	52.600	52.900	53.200	12.400
17.5	Substituição de bombas - ERAB Rio Mansinho								71.900		
17.6	Substituição de bombas - Poços		26.500	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500
17.7	Substituição de bombas - ERATs					8.800	5.100	8.800	5.100	5.100	8.800
17.8	Substituição de Macromedidores - poços	-	32.700	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900
17.9	Substituição de Macromedidores - reservatórios						13.500	13.500			
17.10	Substituição de Macromedidores - setores						2.900	2.900	2.900	2.900	
18	Ampliar os centros de reservação dos SAA Central, SAA Macieira, SAA Papuã e SAA Faxinal dos Carvalhos.	110.000		75.000	19.400	12.500					
19	Realizar o recadastramento comercial dos usuários dos serviços de abastecimento de água do município	150.000	100.000								
20	Desenvolver programas de educação ambiental com foco na preservação de mananciais;										
21	Realizar campanha para a orientação da população sobre a importância de manter reservação de água própria em seus domicílios para a mitigação dos efeitos das interrupções do abastecimento de água, além de orientar sobre a necessidade de limpeza destas unidades	12.000	12.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
22	Elaboração de Plano de Segurança da Água (PSA), que contemple a identificação de perigos e riscos desde o manancial até o consumidor, estabelecendo medidas de controle para reduzi-los ou eliminá-los e estabelecendo processos para verificação da eficiência da gestão preventiva. (art. 6º - Decreto Estadual nº 1.846/2018);										

¹ Projeção de investimentos considerando o cenário de substituição de hidrômetros apresentado na Tabela 65, cenário referencial com trocas a cada sete anos, caso os hidrômetros instalados sejam aprovados na verificação definida pela Portaria INMETRO nº 155/2022, não será necessária a troca.

Tabela 134: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SAA – Ano 1 ao Ano 10.(continuação)

Metas		Ano 01	Ano 02	Ano 03	Ano 04	Ano 05	Ano 06	Ano 07	Ano 08	Ano 09	Ano 10
23	Estimular a coleta e reservação das águas pluviais, com a implantação de cisternas, visando sua utilização para fins não potáveis e como forma de minimizar o escoamento superficial durante as chuvas intensas. A instalação das cisternas deverá observar os parâmetros previstos na NBR 15.527 (ABNT, 2019) e regulamentações específicas do município										
24	Realizar levantamento/cadastramento das soluções alternativas coletivas e individuais para abastecimento de água adotadas na área rural	10.000	10.000								
25	Desenvolver campanha orientativa a população rural, que se utiliza de soluções alternativas para abastecimento, sobre importância do tratamento da água, sobretudo sobre a necessidade de desinfecção antes do consumo;		6.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
26	Auxiliar na realização de análises das águas utilizadas para o consumo humano no meio rural (revezamento de domicílios);	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200
27	Buscar parceria junto a FUNASA (responsável pela coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural), EMBRAPA e EPAGRI para a universalização do abastecimento de água na área rural e implantação de técnicas de tratamento acessíveis;										
28	Auxiliar na adequação ou melhoria das soluções alternativas de abastecimento da área rural, disponibilizando apoio contínuo de profissional qualificado			24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
<b>TOTAL GERAL</b>		893.100	1.308.500	2.624.200	3.430.700	901.300	879.600	811.300	799.000	742.600	568.500

Tabela 135: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SAA – Ano 11 ao Ano 20.

Metas		Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
13	Capacitar anualmente a equipe de campo para levantamento de informações durante obras de ampliação e/ou manutenção de rede para aprimorar as informações do cadastro de redes										
14	Estabelecer programa para verificação subsequente dos micromedidores com sete ou mais anos de uso, conforme prevê a Portaria INMETRO nº 155/2022, substituir os hidrômetros reprovados. Priorizar inicialmente os consumidores residentes e que se enquadram nas faixas superiores à 10 m³/mês¹	219.800	209.800	232.400	156.400	140.700	152.000	185.100	223.000	213.100	235.700
15	Fazer a manutenção das unidades do sistema de abastecimento, mantendo rotina de roçada, pintura e eventuais consertos nas unidades, presando sempre pela segurança das unidades através de cercamento, e a utilização de cadeados em tampas, portas e portões										
17	Implantar obras de melhorias no sistema distribuidor, contemplando: ampliações de rede, substituição de redes, implantação de novas ligações e substituição de ramais de ligação;	589.900	624.200	693.200	588.300	566.700	581.300	586.800	643.500	573.300	576.100
17.1	Ampliação de rede	54.600	55.400	56.100	56.800	34.500	35.000	35.400	35.900	36.300	36.800
17.2	Substituição de rede	459.300	460.400	461.500	462.700	463.800	465.000	466.200	467.400	468.600	469.800
17.3	Substituição de ramal	5.600	11.300	11.400	11.400	11.500	11.500	11.600	11.700	11.700	11.800
17.4	Novas ligações	12.500	12.700	12.900	13.000	11.700	11.900	12.000	12.200	12.300	12.500
17.5	Substituição de bombas - ERAB Rio Mansinho			71.900					71.900		
17.6	Substituição de bombas - Poços	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500	26.500
17.7	Substituição de bombas - ERATs	5.100	8.800	5.100	5.100	8.800	5.100	8.800	5.100	5.100	8.800
17.8	Substituição de Macromedidores - poços	9.900	32.700	44.900	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900
17.9	Substituição de Macromedidores - reservatórios	13.500	13.500				13.500	13.500			
17.10	Substituição de Macromedidores - setores	2.900	2.900	2.900	2.900		2.900	2.900	2.900	2.900	
20	Desenvolver programas de educação ambiental com foco na preservação de mananciais;										
21	Realizar campanha para a orientação da população sobre a importância de manter reservação de água própria em seus domicílios para a mitigação dos efeitos das interrupções do abastecimento de água, além de orientar sobre a necessidade de limpeza destas unidades	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
23	Estimular a coleta e reservação das águas pluviais, com a implantação de cisternas, visando sua utilização para fins não potáveis e como forma de minimizar o escoamento superficial durante as chuvas intensas. A instalação das cisternas deverá observar os parâmetros previstos na NBR 15.527 (ABNT, 2019) e regulamentações específicas do município										
25	Desenvolver campanha orientativa a população rural, que se utiliza de soluções alternativas para abastecimento, sobre importância do tratamento da água, sobretudo sobre a necessidade de desinfecção antes do consumo;	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
26	Auxiliar na realização de análises das águas utilizadas para o consumo humano no meio rural (revezamento de domicílios);	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200	12.200
28	Auxiliar na adequação ou melhoria das soluções alternativas de abastecimento da área rural, disponibilizando apoio contínuo de profissional qualificado	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>852.900</b>	<b>877.200</b>	<b>968.800</b>	<b>787.900</b>	<b>750.600</b>	<b>776.500</b>	<b>815.100</b>	<b>909.700</b>	<b>829.600</b>	<b>855.000</b>

¹ Projeção de investimentos considerando o cenário de substituição de hidrômetros apresentado na Tabela 65, cenário referencial com trocas a cada sete anos, caso os hidrômetros instalados sejam aprovados na verificação definida pela Portaria INMETRO nº 155/2022, não será necessária a troca.

Tabela 136: Resumo dos investimentos no SAA(R\$).

Metas SAA		Investimento no horizonte de 20 anos (R\$)
1	Realizar a adequação da estrutura das casas de químicas dos poços conforme projetos existentes (Poço P1 ao P16).	63.600
2	Construir novas casas de química a fim de melhorar o armazenamento de produtos químicos nos poços P5 e P18, bem como nos poços dos SAA Faxinal dos Carvalhos, SAA Papuã e SAA X de Novembro.	275.000
3	Instalar macromedidores nos poços dos SAA Faxinal dos Carvalhos, SAA Papuã e SAA X de Novembro para controle dos volumes captados.	6.300
4	Realizar a regularização dos poços profundos que ainda não possuem outorga de uso da água.	17.300
5	Desenvolver projetos para adequação da casa de química da ETA e para implantação do sistema de tratamento e reaproveitamento dos efluentes da ETA.	0
6	Realizar as obras de adequação da casa de química e a implantação do sistema de tratamento e reaproveitamento dos efluentes da ETA.	170.000
7	Finalizar o processo de licenciamento ambiental do SAA urbano.	0
8	Realizar medições de campo para confirmar a disponibilidade de água no ponto de captação atual, em períodos distintos do ano, além de acompanhar a existência de outros usos a montante da captação que possam comprometer a disponibilidade hídrica.	16.200
9	Realizar o desassoreamento da captação do Rio Mansinho.	50.000
10	Desenvolver projetos executivos para implantação de nova captação superficial e ampliação do sistema produtor do SAA Central, contemplando a construção de estrutura de captação superficial, novas unidades de recalque de água de bruta e respectivas adutoras, ampliação da ETA existente ou construção de nova unidade e ampliação da capacidade de adução de água tratada da unidade de tratamento até os centros de reservação.	160.000
11	Executar as obras necessárias para implantação de captação e ampliação do sistema produtor do SAA Central, conforme projetos executivos, incluindo linha de adução.	3.910.000
12	Implantar programa de redução de perdas, desenvolvendo procedimentos para atualização dos índices de produção de água, de perdas na distribuição e de processo, e definindo setores de macromedição na rede de distribuição. O programa deverá prever a redução gradual do índice de perdas atingindo um índice de perdas de no máximo 25% até o ano de 2033.	112.800
13	Capacitar equipe de campo para levantamento de informações durante obras de ampliação e/ou manutenção de rede para aprimorar as informações do cadastro de redes.	-
14	Estabelecer programa para verificação subsequente dos micromedidores com sete ou mais anos de uso, conforme prevê a Portaria INMETRO nº 155/2022, substituir os hidrômetros reprovados. Priorizar inicialmente os consumidores residentes e que se enquadram nas faixas superiores à 10 m³/mês¹.	3.598.600
15	Fazer a manutenção das unidades do sistema de abastecimento, mantendo rotina de roçada, pintura e eventuais consertos nas unidades, presando sempre pela segurança das unidades através de cercamento, e a utilização de cadeados em tampas, portas e portões.	0
16	Realizar a reforma do reservatório em concreto de 350 m³ do SAA São Miguel e reativá-lo.	200.000
17	Implantar obras de melhorias no sistema distribuidor, contemplando: ampliações de rede, substituição de redes, implantação de novas ligações e substituição de ramais de ligação.	11.483.400
17.1	Ampliação de rede	2.673.900
17.2	Substituição de rede	6.848.400
17.3	Substituição de ramal	167.800
17.4	Novas ligações	582.100
17.5	Substituição de bombas - ERAB Rio Mansinho	215.700

Tabela 136: Resumo dos investimentos no SAA(R\$). (continuação)

Metas SAA		Investimento no horizonte de 20 anos (R\$)
17.6	Substituição de bombas - Poços	503.500
17.7	Substituição de bombas - ERATs	107.500
17.8	Substituição de Macromedidores - poços	268.700
17.9	Substituição de Macromedidores - reservatórios	81.000
17.10	Substituição de Macromedidores - setores	34.800
18	Ampliar os centros de reservação dos SAA Central, SAA Macieira, SAA Papuã e SAA Faxinal dos Carvalhos.	216.900
19	Realizar o recadastramento comercial dos usuários dos serviços de abastecimento de água do município.	250.000
20	Desenvolver programas de educação ambiental com foco na preservação de mananciais.	
21	Realizar campanha para a orientação da população sobre a importância de manter reservação de água própria em seus domicílios para a mitigação dos efeitos das interrupções do abastecimento de água, além de orientar sobre a necessidade de limpeza destas unidades.	114.000
22	Elaboração de Plano de Segurança da Água (PSA), que contemple a identificação de perigos e riscos desde o manancial até o consumidor, estabelecendo medidas de controle para reduzi-los ou eliminá-los e estabelecendo processos para verificação da eficiência da gestão preventiva. (art. 6º - Decreto Estadual nº 1.846/2018).	0
23	Estimular a coleta e reservação das águas pluviais, com a implantação de cisternas, visando sua utilização para fins não potáveis e como forma de minimizar o escoamento superficial durante as chuvas intensas. A instalação das cisternas deverá observar os parâmetros previstos na NBR 15.527 (ABNT, 2019) e regulamentações específicas do município.	0
24	Realizar levantamento/cadastramento das soluções alternativas coletivas e individuais para abastecimento de água adotadas na área rural.	20.000
25	Desenvolver campanha orientativa a população rural, que se utiliza de soluções alternativas para abastecimento, sobre importância do tratamento da água, sobretudo sobre a necessidade de desinfecção antes do consumo.	42.000
26	Auxiliar na realização de análises das águas utilizadas para o consumo humano no meio rural (revezamento de domicílios).	244.000
27	Buscar parceria junto a FUNASA (responsável pela coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural), EMBRAPA e EPAGRI para a universalização do abastecimento de água na área rural e implantação de técnicas de tratamento acessíveis.	0
28	Auxiliar na adequação ou melhoria das soluções alternativas de abastecimento da área rural, disponibilizando apoio contínuo de profissional qualificado.	432.000
<b>TOTAL GERAL DOS INVESTIMENTOS EM SAA (R\$)</b>		<b>21.382.100</b>

<sup>1</sup> Projeção de investimentos considerando o cenário de substituição de hidrômetros apresentado na Tabela 65, cenário referencial com trocas a cada sete anos, caso os hidrômetros instalados sejam aprovados na verificação definida pela Portaria INMETRO nº 155/2022, não será necessária a troca.

Tabela 137: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SES – Ano 1 ao Ano 10.

Metas		Ano 01	Ano 02	Ano 03	Ano 04	Ano 05	Ano 06	Ano 07	Ano 08	Ano 09	Ano 10
1	Recomenda-se que a Lei Complementar nº 322/2024 seja revisada e passe a prever a implantação de caixa de gordura entre na tubulação de saída de cozinhas e refeitórios antes da fossa séptica, de modo a garantir uma maior eficiência do sistema de tratamento. Deve se prever ainda a inclusão de redação que verse sobre obrigatoriedade de manutenção dos sistemas implantados, conforme frequência do projeto aprovado na Prefeitura										
2	Elaborar diagnóstico dos sistemas sanitários da área rural, cadastrando todas as edificações e propriedades que disponham de soluções individuais, incluindo características estruturais, tipo de tratamento e frequência de limpeza das unidades; O cadastro também deverá ser realizado nas edificações que não tem previsão de atendimento através de sistema público de coleta e tratamento de efluentes em curto prazo; <sup>1</sup>	15.000	15.000								
3	Concluir as obras do sistema de esgotamento sanitário do bairro Macieira	380.000									
4	Promover ações para a regularização dos sistemas individuais implantados em desconformidade com a normativas vigentes, priorizando na área urbana as edificações cuja expectativa de atendimento seja mais tardia ou mesmo que o Projeto Básico tenha indicado inviabilidade de ligação a um sistema público de coleta e tratamento de efluentes										
5	Manter rotina de avaliação, aprovação de projetos, com base nas normativas em vigor para implantação de soluções individuais										
6	Elaborar estudos de concepção e projetos visando o cumprimento dos índices de cobertura previstos no prognóstico, incluindo a execução dos processos de licenciamento ambiental necessários para a ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) urbano.		50.000	350.000	30.000						
7	Executar obras de ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário coletivo (SES) da área urbana	-	-	5.742.000	1.257.000	4.935.000	26.918.000	14.977.000	20.550.000	12.654.000	544.000
8	Apoiar as populações rurais no tratamento e disposição dos esgotos sanitários, buscando parceria junto a FUNASA (responsável pela coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural), EMBRAPA, EPAGRI, Vigilância Sanitária, Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente do município para a implantação de tecnologias compatíveis com a realidade das propriedades;		46.000	46.000	46.000	46.000	46.000	46.000	46.000	46.000	
9	Desenvolver campanhas de educação sanitária aos usuários das soluções individuais e coletivas existentes e aos futuros usuários dos sistemas coletivos, para uma adequada utilização, visando a manutenção da funcionalidade destes sistemas	20.000	10.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Subtotal anual (R\$)		415.000	121.000	6.143.000	1.338.000	4.986.000	26.969.000	15.028.000	20.601.000	12.705.000	549.000

<sup>1</sup> Diagnóstico a ser elaborado simultaneamente ao levantamento previsto para a meta 24 do SAA – levantamento/cadastramento das soluções alternativas coletivas e individuais para abastecimento de água adotadas na área rural;

Tabela 138: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o SES – Ano 11 ao Ano 20.

Metas		Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
4	Promover ações para a regularização dos sistemas individuais implantados em desconformidade com a normativas vigentes, priorizando na área urbana as edificações cuja expectativa de atendimento seja mais tardia ou mesmo que o Projeto Básico tenha indicado inviabilidade de ligação a um sistema público de coleta e tratamento de efluentes										
5	Manter rotina de avaliação, aprovação de projetos, com base nas normativas em vigor para implantação de soluções individuais										
7	Executar obras de ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário coletivo (SES) da área urbana	263.000	267.000	271.000	275.000	279.000	640.000	287.000	500.000	295.000	130.000
8	Apoiar as populações rurais no tratamento e disposição dos esgotos sanitários, buscando parceria junto a FUNASA (responsável pela coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural), EMBRAPA, EPAGRI, Vigilância Sanitária, Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente do município para a implantação de tecnologias compatíveis com a realidade das propriedades;										
9	Desenvolver campanhas de educação sanitária aos usuários das soluções individuais e coletivas existentes e aos futuros usuários dos sistemas coletivos, para uma adequada utilização, visando a manutenção da funcionalidade destes sistemas	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Subtotal anual (R\$)		268.000	272.000	276.000	280.000	284.000	645.000	292.000	505.000	300.000	135.000

Tabela 139: Resumo dos investimentos (R\$) para o SES.

Metas SES		Investimento no horizonte de 20 anos (R\$)
1	Recomenda-se que a Lei Complementar nº 322/2024 seja revisada e passe a prever a implantação de caixa de gordura entre na tubulação de saída de cozinhas e refeitórios antes da fossa séptica, de modo a garantir uma maior eficiência do sistema de tratamento. Deve se prever ainda a inclusão de redação que verse sobre obrigatoriedade de manutenção dos sistemas implantados, conforme frequência do projeto aprovado na Prefeitura	-
2	Elaborar diagnóstico dos sistemas sanitários da área rural, cadastrando todas as edificações e propriedades que disponham de soluções individuais, incluindo características estruturais, tipo de tratamento e frequência de limpeza das unidades; O cadastro também deverá ser realizado nas edificações que não tem previsão de atendimento através de sistema público de coleta e tratamento de efluentes em curto prazo;	30.000
3	Concluir as obras do sistema de esgotamento sanitário do bairro Macieira	380.000
4	Promover ações para a regularização dos sistemas individuais implantados em desconformidade com a normativas vigentes, priorizando na área urbana as edificações cuja expectativa de atendimento seja mais tardia ou mesmo que o Projeto Básico tenha indicado inviabilidade de ligação a um sistema público de coleta e tratamento de efluentes	-
5	Manter rotina de avaliação, aprovação de projetos, com base nas normativas em vigor para implantação de soluções individuais	-
6	Elaborar estudos de concepção e projetos visando o cumprimento dos índices de cobertura previstos no prognóstico, incluindo a execução dos processos de licenciamento ambiental necessários para a ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) urbano.	430.000
7	Executar obras de ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário coletivo (SES) da área urbana	90.784.000
8	Apoiar as populações rurais no tratamento e disposição dos esgotos sanitários, buscando parceria junto a FUNASA (responsável pela coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural), EMBRAPA, EPAGRI, Vigilância Sanitária, Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente do município para a implantação de tecnologias compatíveis com a realidade das propriedades;	368.000
9	Desenvolver campanhas de educação sanitária aos usuários das soluções individuais e coletivas existentes e aos futuros usuários dos sistemas coletivos, para uma adequada utilização, visando a manutenção da funcionalidade destes sistemas	120.000
<b>TOTAL GERAL DOS INVESTIMENTOS EM SES (R\$)</b>		<b>92.112.000</b>

Tabela 140: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para os serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (RS) – Ano 01 ao Ano 10.

Metas		Ano 01	Ano 02	Ano 03	Ano 04	Ano 05	Ano 06	Ano 07	Ano 08	Ano 09	Ano 10
1	Definir procedimento de controle e pesagem para os resíduos de limpeza pública;										
2	Aprimorar o processo de controle e pesagem dos resíduos provenientes da coleta convencional e da coleta seletiva, garantindo o registro separado da pesagem dos resíduos gerados nas áreas urbana e rural;										
3	Manter o controle para todas as unidades integradas ao sistema público de manejo e destinação final de resíduos sólidos, no que tange as Licenças Ambientais pertinentes e o cumprimento das condicionantes de validade;										
4	Estabelecer manual de procedimentos operacionais (como realizar determinadas operações, por exemplo, a condução das coletas, a condução da varrição e da poda, a atuação em equipe etc.) e a especificação mínima de equipamentos e pessoal envolvidos nas operações (quantidade, idade de frota, materiais de segurança etc.);										
5	Aprimorar o sistema de coleta de resíduos volumosos, com frequência adequada a realidade do município, disponibilizando a coleta por demanda (paga) e pontos para entrega voluntária;										
6	Revisar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	50.000									
7	Elaborar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em conformidade com as Resoluções CONAMA nº 307/2002 e 448/2012. Avaliar a possibilidade de criação de locais para entrega voluntária de pequenos volumes de resíduos da construção civil;	20.000									
8	Dar continuidade aos programas de educação ambiental, em especial nas escolas, divulgando informações que conscientizem sobre a importância da separação dos resíduos e auxiliem nesse processo;	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
9	Realização de treinamento anual para capacitação dos servidores envolvidos na gestão e operação dos serviços de manejo de resíduos sólidos;										
10	Realizar estudo gravimétrico de resíduos de forma a conhecer o percentual dos resíduos e sua composição, a qual demonstra o percentual de cada componente em análise em relação ao peso total da amostra;	22.000				22.000				22.000	
11	Executar as melhorias necessárias no armazenamento e segregação dos resíduos de saúde apontados no diagnóstico;		22.000								
12	Estabelecer sistemática de controle de pesagem dos resíduos da saúde;										
13	Adequar, no processo de renovação da licença ambiental do aterro sanitário, o quantitativo de resíduos a ser disposto diariamente;										
14	Providenciar melhorias nos pontos destacados no diagnóstico do aterro sanitário (material de recobrimento, queima ou tratamento dos gases, instalação de sistema de drenagem e melhoria/ adequação da ETE);	225.000	12.500	7.000							

Tabela 140: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para os serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (RS) – Ano 01 ao Ano 10.(continuação).

Metas		Ano 01	Ano 02	Ano 03	Ano 04	Ano 05	Ano 06	Ano 07	Ano 08	Ano 09	Ano 10
15	Implementar ações de conscientização e pontos de entrega para viabilizar e incentivar a logística reversa no município;				45.000	45.000					
16	Ampliar os serviços de coleta, visando a universalização no atendimento através da implantação de ecopontos na área rural		12.500	12.500	10.000	10.000	10.000	22.500	22.500	20.000	10.000
17	Adquirir prensa para auxiliar no processo de compactação dos resíduos na Central de Triagem	200.000									
18	Fomentar a compostagem domiciliar, disponibilizando materiais e promovendo oficinas junto à comunidade.		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000				
19	Elaborar os estudos e projeto necessários para ampliação do aterro sanitário		200.000								
20	Realizar a ampliação das células e das estruturas do aterro municipal	135.000	135.000	135.000	700.000	350.000	135.000	135.000	135.000	135.000	135.000
Subtotal anual (R\$)		667.000	427.000	199.500	800.000	472.000	190.000	172.500	172.500	192.000	160.000

Tabela 141: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para os serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (RS) - Ano 11 ao Ano 20.

Metas		Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
3	Manter o controle para todas as unidades integradas ao sistema público de manejo e destinação final de resíduos sólidos, no que tange as Licenças Ambientais pertinentes e o cumprimento das condicionantes de validade;										
6	Revisar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	50.000									
7	Elaborar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em conformidade com as Resoluções CONAMA nº 307/2002 e 448/2012. Avaliar a possibilidade de criação de locais para entrega voluntária de pequenos volumes de resíduos da construção civil;	20.000									
8	Dar continuidade aos programas de educação ambiental, em especial nas escolas, divulgando informações que conscientizem sobre a importância da separação dos resíduos e auxiliem nesse processo;	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
9	Realização de treinamento anual para capacitação dos servidores envolvidos na gestão e operação dos serviços de manejo de resíduos sólidos;										
10	Realizar estudo gravimétrico de resíduos de forma a conhecer o percentual dos resíduos e sua composição, a qual demonstra o percentual de cada componente em análise em relação ao peso total da amostra;			22.000				22.000			
16	Ampliar os serviços de coleta, visando a universalização no atendimento através da implantação de ecopontos na área rural	10.000	22.500	22.500	20.000	10.000	10.000	22.500	22.500	20.000	10.000
20	Realizar a ampliação das células e das estruturas do aterro municipal	135.000	135.000	135.000	135.000	135.000	135.000	135.000	135.000	135.000	135.000
<b>Subtotal anual (R\$)</b>		<b>230.000</b>	<b>172.500</b>	<b>194.500</b>	<b>170.000</b>	<b>160.000</b>	<b>160.000</b>	<b>194.500</b>	<b>172.500</b>	<b>170.000</b>	<b>160.000</b>

**Tabela 142: Resumo dos Investimentos (R\$) em Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.**

<b>Metas - Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.</b>		<b>Investimento no horizonte de 20 anos (R\$)</b>
1	Definir procedimento de controle e pesagem para os resíduos de limpeza pública;	-
2	Aprimorar o processo de controle e pesagem dos resíduos provenientes da coleta convencional e da coleta seletiva, garantindo o registro separado da pesagem dos resíduos gerados nas áreas urbana e rural;	-
3	Manter o controle para todas as unidades integradas ao sistema público de manejo e destinação final de resíduos sólidos, no que tange as Licenças Ambientais pertinentes e o cumprimento das condicionantes de validade;	-
4	Estabelecer manual de procedimentos operacionais (como realizar determinadas operações, por exemplo, a condução das coletas, a condução da varrição e da poda, a atuação em equipe etc.) e a especificação mínima de equipamentos e pessoal envolvidos nas operações (quantidade, idade de frota, materiais de segurança etc.);	-
5	Aprimorar o sistema de coleta de resíduos volumosos, com frequência adequada a realidade do município, disponibilizando a coleta por demanda (paga) e pontos para entrega voluntária;	-
6	Revisar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	100.000
7	Elaborar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em conformidade com as Resoluções CONAMA nº 307/2002 e 448/2012. Avaliar a possibilidade de criação de locais para entrega voluntária de pequenos volumes de resíduos da construção civil;	40.000
8	Dar continuidade aos programas de educação ambiental, em especial nas escolas, divulgando informações que conscientizem sobre a importância da separação dos resíduos e auxiliem nesse processo;	300.000
9	Realização de treinamento anual para capacitação dos servidores envolvidos na gestão e operação dos serviços de manejo de resíduos sólidos;	0
10	Realizar estudo gravimétrico de resíduos de forma a conhecer o percentual dos resíduos e sua composição, a qual demonstra o percentual de cada componente em análise em relação ao peso total da amostra;	110.000
11	Executar as melhorias necessárias no armazenamento e segregação dos resíduos de saúde apontados no diagnóstico;	22.000
12	Estabelecer sistemática de controle de pesagem dos resíduos da saúde;	0
13	Adequar, no processo de renovação da licença ambiental do aterro sanitário, o quantitativo de resíduos a ser disposto diariamente;	0
14	Providenciar melhorias nos pontos destacados no diagnóstico do aterro sanitário (material de recobrimento, queima ou tratamento dos gases, instalação de sistema de drenagem e melhoria/ adequação da ETE);	244.500
15	Implementar ações de conscientização e pontos de entrega para viabilizar a incentivar a logística reversa no município;	90.000
16	Ampliar os serviços de coleta, visando a universalização no atendimento através da implantação de ecopontos na área rural	300.000
17	Adquirir prensa para auxiliar no processo de compactação dos resíduos na Central de Triagem	200.000
18	Fomentar a compostagem domiciliar, disponibilizando materiais e promovendo oficinas junto à comunidade.	150.000
19	Elaborar os estudos e projeto necessários para ampliação do aterro sanitário	200.000
20	Realizar a ampliação das células e das estruturas do aterro municipal	3.480.000
<b>TOTAL GERAL DOS INVESTIMENTOS EM RS (R\$)</b>		<b>5.236.500</b>

Tabela 143: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbana (DRE) – Ano 1 ao Ano 10.

Metas		Ano 01	Ano 02	Ano 03	Ano 04	Ano 05	Ano 06	Ano 07	Ano 08	Ano 09	Ano 10
1	Revisar e manter atualizado o cadastro técnico digitalizado da malha de drenagem e seus acessórios, assim como realizar treinamentos contínuos com o pessoal local para a manutenção e atualização deste cadastro;										
2	Elaborar Plano Diretor de Drenagem Urbana detalhando as soluções globais e localizadas, métodos construtivos e serviços a executar com o orçamento do custo das obras necessárias;	83.200									
3	Realizar estudo para avaliar a cobrança pelos serviços de drenagem urbana das águas pluviais										
4	Realizar os estudos necessários para viabilizar tecnicamente as obras de microdrenagem e macrodrenagem nas áreas-problema;			300.000		200.000					
5	Executar as obras micro e macrodrenagem nas áreas problemas conforme projetos e disponibilidade de recursos financeiros; <sup>1</sup>		450.000	450.000	3.000.000	4.000.000	4.000.000				
6	Evitar a tubulação ou retificação dos cursos d'água, mantendo as condições naturais de escoamento;										
7	Desenvolver programas permanentes e promover ações de educação ambiental para a divulgação e a conscientização dos efeitos da impermeabilização e de incentivo à permeabilidade, dos conceitos de drenagem sustentável e do adequado uso do sistema de drenagem urbana;	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
8	Exercer as atividades de fiscalização e monitoramento de lançamentos indevidos no sistema de drenagem urbana através das equipes de desobstrução de dispositivos hidráulicos. Quando identificados, exigir a adequação à legislação e às normas vigentes, especialmente quando da solicitação de alvará de reforma ou ampliação da edificação;										
9	Manter rigor na análise técnica e na fiscalização da implantação dos projetos.										
10	Incentivar a manutenção da permeabilidade dos solos em residências e instalações comerciais e industriais;										
11	Incentivar a coleta e o reaproveitamento das águas pluviais;										
12	Valorizar a permeabilidade do solo e a retenção das águas pluviais nas obras públicas, praças e calçadas;										
13	Minimizar o arraste de sedimentos para o sistema de drenagem com medidas de pavimentação de ruas e retenção destes sedimentos;	3.750.000	3.750.000	3.750.000	3.750.000						

<sup>1</sup>A projeção de investimentos poderá sofrer alterações após a conclusão do Plano Diretor de Drenagem Urbana previsto pela Meta 2;

Tabela 143: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbana (DRE) – Ano 1 ao Ano 10.(continuação)

Metas		Ano 01	Ano 02	Ano 03	Ano 04	Ano 05	Ano 06	Ano 07	Ano 08	Ano 09	Ano 10
14	Manter permanente fiscalização para evitar a ocupação ilegal de áreas inadequadas para uso urbano, por apresentarem elevado risco, como várzeas, margens de retenção de sedimentos, áreas de acomodação de águas, margens de córregos e arroios, áreas de uso futuro previsto para componentes de drenagem urbana, entre outras;										
15	Estabelecer rotinas de manutenções periódicas e preventivas para todos os componentes dos sistemas de drenagem, destacando a limpeza de redes, travessias e bocas de lobo.										
16	Realizar a reestruturação organizacional do Setor de Drenagem Urbana na SANEFRAI, com ampliação da equipe e programas de capacitação contínua, visando melhorar a eficiência operacional e otimizar processos;										
17	Aprimorar a gestão das comportas do Lago. Recomenda-se que esta gestão seja realizada de forma conjunta entre a SANEFRAI e a Defesa Civil municipal.										
<b>Subtotal anual R\$)</b>		<b>3.843.200</b>	<b>4.210.000</b>	<b>4.510.000</b>	<b>6.760.000</b>	<b>4.210.000</b>	<b>4.010.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>

Tabela 144: Cronograma de metas e investimentos (R\$) para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbana (DRE)– Ano 11 ao Ano 20.

Metas		Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
1	Manter atualizado o cadastro técnico digitalizado da malha de drenagem e seus acessórios, assim como realizar treinamentos contínuos com o pessoal local para a manutenção e atualização deste cadastro;										
6	Evitar a tubulação ou retificação dos cursos d'água, mantendo as condições naturais de escoamento;										
7	Desenvolver programas permanentes e promover ações de educação ambiental para a divulgação e a conscientização dos efeitos da impermeabilização e de incentivo à permeabilidade, dos conceitos de drenagem sustentável e do adequado uso do sistema de drenagem urbana;	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
8	Exercer as atividades de fiscalização e monitoramento de lançamentos indevidos no sistema de drenagem urbana através das equipes de desobstrução de dispositivos hidráulicos. Quando identificados, exigir a adequação à legislação e às normas vigentes, especialmente quando da solicitação de alvará de reforma ou ampliação da edificação;										
9	Manter rigor na análise técnica e na fiscalização da implantação dos projetos.										
10	Incentivar a manutenção da permeabilidade dos solos em residências e instalações comerciais e industriais;										
11	Incentivar a coleta e o reaproveitamento das águas pluviais;										
12	Valorizar a permeabilidade do solo e a retenção das águas pluviais nas obras públicas, praças e calçadas;										
14	Manter permanente fiscalização para evitar a ocupação ilegal de áreas inadequadas para uso urbano, por apresentarem elevado risco, como várzeas, margens de retenção de sedimentos, áreas de acomodação de águas, margens de córregos e arroios, áreas de uso futuro previsto para componentes de drenagem urbana, entre outras;										
<b>Subtotal anual (R\$)</b>		<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>

**Tabela 145: Resumo Investimentos (R\$) - Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana (DRE).**

Metas		Investimento no horizonte de 20 anos (R\$)
1	Revisar e manter atualizado o cadastro técnico digitalizado da malha de drenagem e seus acessórios, assim como realizar treinamentos contínuos com o pessoal local para a manutenção e atualização deste cadastro;	-
2	Elaborar Plano Diretor de Drenagem Urbana detalhando as soluções globais e localizadas, métodos construtivos e serviços a executar com o orçamento do custo das obras necessárias;	83.200
3	Realizar estudo para avaliar a cobrança pelos serviços de drenagem urbana das águas pluviais	-
4	Realizar os estudos necessários para viabilizar tecnicamente as obras de microdrenagem e macrodrenagem nas áreas-problema;	500.000
5	Executar as obras micro e macrodrenagem nas áreas problemas conforme projetos e disponibilidade de recursos financeiros; <sup>1</sup>	11.900.000
6	Evitar a tubulação ou retificação dos cursos d'água, mantendo as condições naturais de escoamento;	-
7	Desenvolver programas permanentes e promover ações de educação ambiental para a divulgação e a conscientização dos efeitos da impermeabilização e de incentivo à permeabilidade, dos conceitos de drenagem sustentável e do adequado uso do sistema de drenagem urbana;	200.000
8	Exercer as atividades de fiscalização e monitoramento de lançamentos indevidos no sistema de drenagem urbana através das equipes de desobstrução de dispositivos hidráulicos. Quando identificados, exigir a adequação à legislação e às normas vigentes, especialmente quando da solicitação de alvará de reforma ou ampliação da edificação;	-
9	Manter rigor na análise técnica e na fiscalização da implantação dos projetos.	-
10	Incentivar a manutenção da permeabilidade dos solos em residências e instalações comerciais e industriais;	-
11	Incentivar a coleta e o reaproveitamento das águas pluviais;	-
12	Valorizar a permeabilidade do solo e a retenção das águas pluviais nas obras públicas, praças e calçadas;	-
13	Minimizar o arraste de sedimentos para o sistema de drenagem com medidas de pavimentação de ruas e retenção destes sedimentos;	15.000.000
14	Manter permanente fiscalização para evitar a ocupação ilegal de áreas inadequadas para uso urbano, por apresentarem elevado risco, como várzeas, margens de retenção de sedimentos, áreas de acomodação de águas, margens de córregos e arroios, áreas de uso futuro previsto para componentes de drenagem urbana, entre outras;	-
15	Estabelecer rotinas de manutenções periódicas e preventivas para todos os componentes dos sistemas de drenagem, destacando a limpeza de redes, travessias e bocas de lobo.	-
16	Realizar a reestruturação organizacional do Setor de Drenagem Urbana na SANEFRAI, com ampliação da equipe e programas de capacitação contínua, visando melhorar a eficiência operacional e otimizar processos;	-
17	Aprimorar a gestão das comportas do Lago. Recomenda-se que esta gestão seja realizada de forma conjunta entre a SANEFRAI e a Defesa Civil municipal.	-
<b>TOTAL GERAL DOS INVESTIMENTOS EM DRE</b>		<b>27.683.200</b>

<sup>1</sup>A projeção de investimentos poderá sofrer alterações após a conclusão do Plano Diretor de Drenagem Urbana previsto pela Meta 2;

## 12. VIABILIDADE FINANCEIRA DOS SISTEMAS

A Lei Federal nº 11.445/2007 traz como princípio a universalização do atendimento dos serviços de saneamento básico, no entanto, essa também reverbera a necessidade de os serviços serem autossustentáveis economicamente. Assim, a avaliação da sustentabilidade financeira na prestação dos serviços de saneamento básico é ponto chave a ser considerado nas decisões estratégicas dos gestores, de modo a garantir um serviço de qualidade, sem comprometer a saúde financeira dos prestadores de serviços e do usuário contribuinte.

Para a análise da sustentabilidade econômica na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na área urbana, ao longo do horizonte de 20 anos, considerou-se um cenário no qual os Investimentos no SAA e SES serão integralmente realizados pelo prestador de serviço, observando expansão do SES urbano conforme projeção apresentada no item 8.3.1.

As projeções de custos e despesas operacionais (OPEX) e as receitas diretas e indiretas do SAA, que alimentam esses modelos, tiveram como base informações fornecidas pela SANEFRAI referentes aos anos de 2020 e 2021, cujos valores foram levados à base de referência de dezembro/2024. Para a estimativa de OPEX, foi considerado o somatório de despesas com pessoal, materiais e serviços de terceiros. Adotou-se ainda, um índice de 2% para perdas por inadimplência e 1% relativo a despesas tributárias, incidindo sobre a receita. O faturamento foi projetado considerando o padrão de consumo observado através dos histogramas do ano de 2022 e a política tarifária adotada pela SANEFRAI em 2024.

Para o SES, as projeções também consideraram o histórico de custos e despesas operacionais fornecidos pela SANEFRAI. Para os sistemas que ainda serão implantados, os custos foram estimados através de sistemas paradigma, também levados à base de dezembro/2024.

Tabela 146: Análise simplificada de viabilidade dos investimentos no SAA e SES.

ANO	CAPEX SAA	CAPEX SES	CAPEX SAA + SES	FATURAMENTO DIRETO DO SERVIÇO SAA	FATURAMENTO DIRETO DO SERVIÇO SES	SOMA DOS FATURAMENTOS DIRETOS DOS SERVIÇOS	OUTRAS RECEITAS SAA +SES	PERDAS POR INADIMPLÊNCIA	IMPOSTOS	RECEITA LÍQUIDA	OPEX SAA	OPEX SES	OPEX DOS SISTEMAS	RESULTADO LÍQUIDO	FCL
1	893.100	415.000	1.308.100	11.083.405	357.296	11.440.701	457.628	228.814	114.407	11.555.108	6.912.860	773.864	7.686.724	3.868.384	2.560.284
2	1.308.500	121.000	1.429.500	11.182.707	437.604	11.620.311	464.812	232.406	116.203	11.736.514	6.970.357	848.010	7.818.368	3.918.146	2.488.646
3	2.624.200	6.143.000	8.767.200	11.282.122	657.149	11.939.271	477.571	238.785	119.393	12.058.664	7.077.933	1.129.141	8.207.074	3.851.590	-4.915.610
4	3.430.700	1.338.000	4.768.700	11.381.653	776.494	12.158.147	486.326	243.163	121.581	12.279.729	7.136.059	1.160.707	8.296.767	3.982.962	-785.738
5	901.300	4.986.000	5.887.300	11.481.300	955.261	12.436.561	497.462	248.731	124.366	12.560.927	7.194.507	1.309.943	8.504.450	4.056.476	-1.830.824
6	879.600	26.969.000	27.848.600	11.581.066	1.369.414	12.950.480	518.019	259.010	129.505	13.079.985	7.303.050	1.672.417	8.975.466	4.104.519	-23.744.081
7	811.300	15.028.000	15.839.300	11.680.951	1.818.248	13.499.199	539.968	269.984	134.992	13.634.191	7.362.158	2.038.028	9.400.187	4.234.005	-11.605.295
8	799.000	20.601.000	21.400.000	11.780.957	2.272.859	14.053.816	562.153	281.076	140.538	14.194.354	7.421.605	2.474.987	9.896.593	4.297.761	-17.102.239
9	742.600	12.705.000	13.447.600	11.881.086	2.673.870	14.554.956	582.198	291.099	145.550	14.700.505	7.531.164	2.809.397	10.340.561	4.359.944	-9.087.656
10	568.500	549.000	1.117.500	11.894.230	2.706.351	14.600.582	584.023	292.012	146.006	14.746.587	7.545.063	2.821.611	10.366.674	4.379.913	3.262.413
11	852.900	268.000	1.120.900	11.907.422	2.739.118	14.646.540	585.862	292.931	146.465	14.793.006	7.559.143	2.825.411	10.384.554	4.408.452	3.287.552
12	877.200	272.000	1.149.200	11.920.662	2.772.174	14.692.836	587.713	293.857	146.928	14.839.764	7.573.405	2.829.236	10.402.642	4.437.122	3.287.922
13	968.800	276.000	1.244.800	11.933.950	2.805.521	14.739.472	589.579	294.789	147.395	14.886.866	7.587.852	2.833.088	10.420.940	4.465.926	3.221.126
14	787.900	280.000	1.067.900	11.947.288	2.839.164	14.786.452	591.458	295.729	147.865	14.934.316	7.602.485	2.836.965	10.439.451	4.494.866	3.426.966
15	750.600	284.000	1.034.600	11.960.676	2.873.104	14.833.780	593.351	296.676	148.338	14.982.118	7.617.307	2.887.847	10.505.153	4.476.964	3.442.364
16	776.500	645.000	1.421.500	11.974.114	2.907.346	14.881.460	595.258	297.629	148.815	15.030.275	7.632.318	2.898.015	10.530.333	4.499.942	3.078.442
17	815.100	292.000	1.107.100	11.987.604	2.941.892	14.929.496	597.180	298.590	149.295	15.078.791	7.647.522	2.901.974	10.549.496	4.529.295	3.422.195
18	909.700	505.000	1.414.700	12.001.146	2.976.746	14.977.892	599.116	299.558	149.779	15.127.671	7.662.920	2.910.265	10.573.185	4.554.486	3.139.786
19	829.600	300.000	1.129.600	12.014.740	3.011.912	15.026.653	601.066	300.533	150.267	15.176.919	7.678.515	2.914.281	10.592.796	4.584.123	3.454.523
20	855.000	135.000	990.000	12.028.388	3.047.394	15.075.782	603.031	301.516	150.758	15.226.540	7.694.308	2.928.963	10.623.272	4.603.268	3.613.268
Total	21.382.100	92.112.000	113.494.100	234.905.466	42.938.920	277.844.386	11.113.775	5.556.888	2.778.444	280.622.829	148.710.534	45.804.151	194.514.685	86.108.145	-27.385.955

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se, a partir da Tabela 146, que dentro de um horizonte de 20 anos não há viabilidade econômica para expansão da prestação do serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário considerando o modelo tarifário atual. Assim, verifica-se a necessidade de reavaliação do modelo tarifário para viabilizar a execução da meta de universalização estipulada pela Lei Federal nº 11.445/2007 para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

No que se refere aos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, observa-se que os gastos com a prestação desses serviços superam os valores arrecadados. Isso indica a necessidade de reavaliar as taxas cobradas, a fim de garantir a sustentabilidade econômica do sistema.

Quanto aos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, embora a Lei Municipal nº 2.111/2011 preveja a possibilidade de cobrança pela prestação desses serviços, atualmente, nenhuma cobrança é efetuada. Assim, os recursos para esses serviços estão principalmente condicionados à disponibilidade de dotação orçamentária do município. A escassez de recursos específicos compromete a implementação de estruturas adequadas e a gestão dos sistemas de drenagem urbana, que frequentemente exigem investimentos financeiros consideráveis. Embora a cobrança individualizada desses serviços seja um tema complexo, tanto sob o ponto de vista jurídico quanto político, é fundamental que essa questão seja debatida e amadurecida, a fim de assegurar a sustentabilidade financeira e a autonomia do sistema

### **13. AÇÕES DE RESPOSTA A EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS**

Os eventos de emergência são aqueles resultantes de fenômenos da natureza ou imprevistos que fogem do controle do prestador de serviços e podem causar grandes transtornos à toda a comunidade e aos sistemas afetados. Nesse sentido, as intervenções de emergência e contingência procuram destacar as estruturas disponíveis e estabelecer as formas de atuação dos órgãos operadores, tanto preventiva quanto corretivamente, para assim maximizar o grau de segurança e possibilitar a continuidade das operações.

Estas ações buscam conferir maior segurança e confiabilidade operacional aos sistemas, reduzindo os impactos resultantes da ocorrência de eventos como sinistros, acidentes e desastres naturais, ou outras ocorrências adversas e de circunstâncias não controláveis.

Em caso de ocorrências atípicas, que excedam a capacidade de atendimento local, os operadores deverão dispor de estruturas de apoio (mão de obra, materiais e equipamentos), de manutenção estratégica, das áreas de gestão operacional, de controle de qualidade, de suporte como comunicação, suprimentos e tecnologias de informação, dentre outras, visando possibilitar que os sistemas tenham a segurança e a continuidade operacional devida.

As ações de emergência possuem um papel mitigador, uma vez que irão corrigir as consequências dos eventos. Já as ações de contingências são as que visam prevenir o sistema contra os efeitos de ocorrências ou situações indesejadas sob algum controle do prestador.

Na Tabela 147, foram listados pontos vulneráveis dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana, os eventos adversos que podem ocorrer e as medidas emergenciais e de contingência a serem adotadas.

É importante que seja mantido, pelos operadores dos sistemas, histórico de situações emergenciais enfrentadas e a avaliação crítica quanto à eficiência das ações realizadas. Esse histórico deverá ser utilizado como base para a revisão e aperfeiçoamento deste plano.

Tabela 147: Ações de resposta a emergências e contingências.

	Pontos vulneráveis	Inundação/ Alagamento/ Enxurrada	Vandalismo	Incêndio	Estiagem	Rompimento	Falta de insumos	Falha mecânica ou elétrica	Contaminação Acidental	Falta de Energia	Entupimento/obstrução	Represamento	Greve	Vias Temporariamente interditadas
SAA	Captações	4-9	1-4-5-15		1-4-13			5	1-3-5-6-7-8-13	1-4-13-16-21	5			18-19
	Tratamento		1-4-5-15	1-4-5-13-14		1-4-5-13	1-3-4-11-13	1-3-5	1-3-5-6-7-8-13	1-3-4-13-16-21			4-11-13-20	18-19
	ERAT/Booster	4-9	1-4-5-13-15	1-4-5-13-14				4-5-9-13		1-4-13-16-21				
	Adutora de Água Tratada		1-2-3-4-5-7-13-15			1-2-3-4-5-7-8-13-15								
	Reservatórios		1-4-5-13-15			1-4-5-13-19			3-4-5-6-7-8-9-13					
	Redes de distribuição		2-3-5			1-2-4-5-6-7-8-9-17-18								
SES	Rede Coletora					5-8-9-12-14-17-18					5-17			
	Interceptores					5-8-9-12-14-17-18					5-17			
	Elevatórias	5-8-9	5-9-14-15			5-9		5		8-16-21	5			
	ETE	5-8-9	5-9-14-15			5-8-14	11	5		8-16-21			11-20	18-19
RESÍDUOS	Coleta e transporte	9-10	15						8-14				10-11-20	9-10-17-18-19
	Triagem	9-14	9-10-15	9-10-11-14-20						10-16-21			10-11-20	9-10-18-19
	Aterro Sanitário	9-14	9-15	9-10-11-14-20					8-14				10-11-20	9-10-18-19
	Limpeza Urbana	9-12											10-11-20	9-10-17
DRENAGEM URBANA	Macrodrenagem	10-17-18-19-22-23	5-15-18			17-18-19					10-17-18-19	10-17-18-19		17-18-19
	Microdrenagem	10-12-17-18-19	5-15-18			17-18-19					10-17-18-19	10-17-18-19		17-18-19
	Boca de Lobo	10-12-17-18-19	5-15-18			17-18-19					10-17-18-19			17-18

Medidas Emergenciais			
1	Manobras de redes para atendimento de atividades essenciais.	13	Apoio com carros pipa – fontes alternativas
2	Manobras de rede para isolamento da perda.	14	Acionar Polícia Ambiental e/ou Corpo de Bombeiros.
3	Interrupção do abastecimento até conclusão de medidas saneadoras.	15	Comunicação à Polícia Militar/Civil.
4	Acionamento dos meios de comunicação para aviso de racionamento à população.	16	Acionar Concessionária de energia para atendimento preferencial.
5	Acionamento emergencial da manutenção.	17	Acionamento do órgão de trânsito para sinalizações necessárias e dos meios de comunicação para alerta do bloqueio.
6	Acionamento dos meios de comunicação para alerta de água imprópria para consumo.	18	Acionamento da equipe de manutenção (manutenção e/ou limpeza).
7	Realizar descarga de rede.	19	Acionamento emergencial da manutenção da Defesa Civil e Corpo de Bombeiros, se for o caso.
8	Informar o órgão ambiental competente e/ou Vigilância Sanitária.	20	Contratação de empresa especializada em caráter emergencial.
9	Paralisação temporária.	21	Utilização de fonte alternativa de energia, geradores próprios ou locados.
10	Acionamento dos meios de comunicação para aviso à população para evitar depósito de resíduo nas ruas.	22	Orientações à população sobre os níveis de inundação e as áreas que devem ser evacuadas.
11	Busca de apoio nos municípios vizinhos.	23	Gestão da comporta do Lago das Araucárias com base na previsão de precipitações e eventos pluviométricos extremos
12	Reforço de equipe para retirada de lama ou sedimentos das vias e dispositivos de drenagem.	-	-

## **14. INTEGRAÇÃO COM POLÍTICAS E PLANOS NACIONAIS/ESTADUAIS/MUNICIPAIS**

O desenvolvimento da revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Fraiburgo buscou a compatibilização deste com as Políticas e Planos Nacionais, Estaduais e Municipais buscando sempre o cumprimento da legislação vigente, ressaltando os princípios fundamentais da Política Nacional de Saneamento Básico – PNSB.

A integração do PMSB com a PNSB apresenta como principal indicador o planejamento da universalização que garante o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como a integralidade, metas de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento.

É possível compatibilizar o PMSB com o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, onde as ações relacionadas a preservação dos cursos d'água e a fiscalização de ocupações irregulares, indicadas no PMSB se integram com o PERH.

Relacionado a resíduos sólidos, o PMSB articula-se com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, principalmente no que se refere a regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, buscando atingir a sustentabilidade econômico-financeira. A revisão do PMSB também buscou orientação das metas definidas pelo Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina (PERS/SC).

## 15. REGULAÇÃO

A Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) é a responsável, desde março de 2010, pela regulação dos serviços de saneamento básico de Fraiburgo, conforme Lei Municipal nº 2.052 de 30 de março de 2010, que autorizou o município a ingressar nesse Consórcio Público.

Conforme o Decreto Federal nº 7.217/2010, que regulamentou a Lei Federal nº 11.445/2007, em seu Art. 27, os objetivos da regulação são:

- I - estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários;
  - II - garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas;
  - III - prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência; e
  - IV - definir tarifas e outros preços públicos que assegurem tanto o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos, quanto à modicidade tarifária e de outros preços públicos, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade.
- Parágrafo único. Compreendem-se nas atividades de regulação dos serviços de saneamento básico a interpretação e a fixação de critérios para execução dos contratos e dos serviços e para correta administração de subsídios (BRASIL, 2010).

De acordo com a Lei Municipal nº 2.111/2011, a entidade reguladora e fiscalizadora dos serviços é a responsável por estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários, garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas pelo plano municipal de saneamento básico, definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência. Além disso, em seu Art. 28, estão entre as atribuições da agência reguladora a edição de normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços de saneamento básico, abrangendo, pelo menos, os seguintes aspectos:

- a) padrões e indicadores de qualidade da prestação dos serviços;
- b) prazo para os prestadores de serviços comunicarem aos usuários as providências adotadas em face de queixas ou de reclamações relativas aos serviços;
- c) requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas;

- d) metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços e respectivos prazos;
- e) regime, estrutura e níveis tarifários, bem como procedimentos e prazos de sua fixação, reajuste e revisão;
- f) medição, faturamento e cobrança de serviços;
- g) monitoramento dos custos;
- h) avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados;
- i) plano de contas e mecanismos de informação, auditoria e certificação;
- j) subsídios tarifários e não tarifários;
- k) padrões de atendimento ao público e mecanismos de participação e informação; e
- l) medidas de contingências e de emergências, inclusive racionamento (FRAIBURGO, 2011).

## 16. INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO

A eficácia das ações previstas nesta revisão do PMSB está condicionada ao acompanhamento e avaliação sistemática destas, sendo essencial a criação de uma estrutura de gestão e a determinação de indicadores de desempenho para este fim.

### 16.1. ESTRUTURA DE GESTÃO DO PLANO

Para que a gestão do plano ocorra de forma eficaz e eficiente, recomenda-se que o município nomeie ao menos um técnico qualificado de seu quadro de servidores para acompanhamento deste Plano. Este deve, preferencialmente, fazer parte do Conselho Municipal de Saneamento Básico, de modo a facilitar a troca de informações sobre os serviços.

Como forma de aproximação do PMSB à população, sugere-se que a Ouvidoria Municipal seja utilizada para atender também os serviços de saneamento básico, funcionando como um canal permanente de registro dos problemas identificados pela população nos serviços. O técnico responsável pela gestão do PMSB deverá acompanhar e avaliar os problemas comunicados à ouvidoria e, sempre que necessário, a Ouvidoria deverá informar a Agência Reguladora e o Conselho Municipal de Saúde e Saneamento Básico sobre os problemas registrados.

Fazem parte das atribuições da estrutura gestora do Plano de Saneamento Básico:

- A supervisão dos programas, projetos e ações previstas no PMSB, mantendo informados o Conselho Municipal de Saúde e Saneamento, as esferas superiores da administração municipal e as entidades ligadas ao saneamento básico municipal a respeito do seu andamento;
- O apoio à elaboração de propostas orçamentárias;
- A organização de sistema de informações para acompanhar os indicadores de gestão e subsidiar a avaliação dos operadores e prestadores dos serviços de saneamento básico, bem como as atualizações futuras, mais fundamentadas, do PMSB. O Sistema de Informações deverá atender ao Art. 9º da Lei Federal nº 11.445/2007 e ao Art. 23º do Decreto Federal nº 7.217/2010;
- Garantir fácil acesso para o controle social do desempenho na gestão do Plano e na prestação dos serviços, com informações de interesse para o

conhecimento da qualidade e cobertura dos serviços, dos resultados dos programas, projetos e ações propostos no PMSB.

Sugere-se ainda a disponibilização periódica de pesquisas de satisfação com os usuários dos serviços de saneamento básico, as quais funcionarão como importantes ferramentas de avaliação da eficácia das ações de saneamento propostas neste PMSB.

## 16.2. INDICADORES SETORIAIS

Os indicadores permitem o acompanhamento da prestação dos serviços, sistematizando a avaliação da eficiência de operação dos sistemas e do cumprimento das metas.

A Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento – ARIS estabeleceu, através da Resolução Normativa nº 08/2016 (Alterada pela Resolução Normativa nº 11/2017), os indicadores de desempenho a serem utilizados por ela para fiscalização e avaliação do desempenho da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios regulados. Esses indicadores incluem informações estabelecidas como compulsórias pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA, além de outros indicadores considerados relevantes para fiscalização dos serviços regulados.

Na determinação dos indicadores, a ARIS considerou a necessidade de estabelecimento de padrões uniformes, o que traz como vantagem a possibilidade de comparação entre sistemas semelhantes, motivo pelo qual optou-se pela adoção destes indicadores para acompanhamento da revisão deste plano. Os indicadores da ARIS e a metodologia de mensuração podem ser acessados no site da ARIS.

Para os serviços de drenagem urbana e manejo dos resíduos sólidos, deverão ser empregados os mesmos indicadores utilizados no Diagnóstico dos Serviços de Águas Pluviais Urbanas e no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, respectivamente, do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA.

Sugere-se que a avaliação destes indicadores, para os quatro eixos de saneamento, seja realizada semestralmente, sendo estes dados apresentados e discutidos pelo Conselho Municipal de Saneamento Básico.

## 17. DIVULGAÇÃO DO PLANO

Esta revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico deve ter ampla publicidade, sendo acessível a toda a população. As metas apresentadas neste PMSB deverão ser incorporadas em todos os programas da administração pública e dos prestadores de serviços, de modo que todos os agentes envolvidos concentrem seus esforços no alcance destas.

Esta revisão do PMSB deverá estar disponível para acesso no site da Prefeitura Municipal. Além disso, deverá ser divulgado regularmente o andamento das metas previstas no PMSB. Deverão ainda ser explorados todos os demais meios de comunicação à disposição da Prefeitura Municipal, que possam contribuir para a publicidade dessa revisão, sendo essa uma responsabilidade prioritária da estrutura de gestão do PMSB, que deve estar muito próxima do setor de relações públicas do executivo municipal e do Conselho Municipal de Saúde e Saneamento.

## 18. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A revisão periódica do plano municipal de saneamento básico é uma ferramenta ativa de planejamento e gestão, sendo importante para garantir o alinhamento das ações planejadas com a realidade do município.

O processo de revisão deve assimilar o aprendizado obtido nos anos de implementação do plano anterior, com relação às metodologias de gestão e monitoramento, estratégias, soluções e ações aplicadas.

Para que esta revisão se processe em bases mais consistentes, recomenda-se:

- A implantação de um sistema de informações municipais com monitoramento e divulgação do Plano conforme definido na Lei e destacado nesta revisão do PMSB;
- A realização periódica de reuniões do Conselho Municipal de Saúde e Saneamento para avaliação da eficácia de gestão do PMSB;
- A aplicação periódica de pesquisas de satisfação dos usuários dos serviços públicos de saneamento em todo o território municipal, de forma representativa do universo de usuários;
- A revisão das estimativas de investimentos assim que os projetos propostos nesta revisão forem elaborados.

## 19. ANEXOS

Anexo 01 - Relatórios ARIS

Anexo 02 - Cadastro de poços subterrâneos e fontes naturais - CPRM – SIAGAS

Anexo 03 – Cadastro – Sistema de Outorgas de Santa Catarina – SIOUT SC

Anexo 04 - Licença Ambiental de Operação (LAO) do Aterro Sanitário

Anexo 05 – Avaliação do Aterro Sanitário

Anexo 06 – Índice de Fragilidade das Áreas-problema

## 20. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2020. 52p. 2020.

\_\_\_\_\_. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2021. 54p. 2021.

ARIS. Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento. **Metodologia para avaliação dos indicadores de desempenho** (Revisão 01). 2017. Disponível em: <[https://www.aris.sc.gov.br/uploads/legislacao/5936/u-PQ3uWgPYFF5NouKomgu9gAKtd\\_CS03.pdf](https://www.aris.sc.gov.br/uploads/legislacao/5936/u-PQ3uWgPYFF5NouKomgu9gAKtd_CS03.pdf)>. Acesso em: dezembro 2022.

\_\_\_\_\_. Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento. **Relatório de Fiscalização RF-SES-OP-FRAIBURGO-003/2022**. 2022. Disponível em: <<https://aris.1doc.com.br/b.php?pg=wp/wp&itd=17&consulta=1&ss=2&codigo=137646649307>>. Acesso em: dezembro 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: Estudos de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, p. 5. 1986.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, p. 71. 2004.

AMARAL, R. & RIBEIRO, R.R. Enchentes e Inundações. In: TOMINAGA, L.K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.), **Desastres Naturais, conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, p. 40-53. 2009.

BACK, Á.J. Chuvas intensas e chuva para o dimensionamento de estruturas de drenagem para o estado de Santa Catarina. (com programa HidroChuSC para cálculos). Florianópolis: Epagri, 193p. 2013.

BACK, Á. J. Informações climáticas e hidrológicas dos municípios catarinenses (com programa HidroClimaSC). Florianópolis, Epagri, 2020. 157p.

BAPTISTA, M. B. e NASCIMENTO, N. O. **Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre: ABRH, vol. 7, nº 1, p29-49. 2002.

BAPTISTA, M., NASCIMENTO N., BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 266 p. 2005.

BRASIL. **Lei nº. 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Decreto federal nº 7.217 de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei Federal nº 11.445 e estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento.** 3. Ed. Rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento.** 5. Ed. Rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 26º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2020. Brasília: SNIS/MDR, 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Portaria MCID nº 788, de 1º de agosto de 2024. Estabelece os procedimentos gerais para o cumprimento do disposto no inciso IV do caput do art. 50 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e no inciso IV do caput do art. 7º do Decreto nº 11.599, de 12 de julho de 2023. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 agosto 2024. Ed.158 Seq.1 pag. 10.

CERH, Resolução nº 01/2008, Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina, Classificação dos corpos de água de Santa Catarina, 2008.

CINCATARINA. Diagnóstico Socioambiental - Fraiburgo, 2018.

CNES2 – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde /DATASUS – Departamento de Informática do SUS. **Consultas: Tipos de Estabelecimentos.** Disponível em: <[http://cnes2.datasus.gov.br/Mod\\_Ind\\_Unidade.asp?VEstado=42&VMun=420550&VComp=202006&VUni=>](http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Unidade.asp?VEstado=42&VMun=420550&VComp=202006&VUni=>)>. Acesso em: 14 agosto 2020.

CNES2 – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde/DATASUS – Departamento de Informática do SUS. **Consultas: Leitos.** Disponível em: <[http://cnes2.datasus.gov.br/Mod\\_Ind\\_Tipo\\_Leito.asp?VEstado=42&VMun=420550&VComp=202006](http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Tipo_Leito.asp?VEstado=42&VMun=420550&VComp=202006)>. Acesso em: 25 agosto 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997.** Conselho Nacional de Meio Ambiente regulamenta aspectos de licenciamento ambiental.

CONICELLI, B. P.; HIRATA, R. **Novos Paradigmas na Gestão das Águas Subterrâneas.** In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2018, Campinas. XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2018.

CONSEMA/SC. Conselho Estadual do Meio Ambiente/Santa Catarina. **Resolução CONSEMA nº 250, de 08 de agosto de 2024.** Aprova, nos termos do inciso XIII, do art. 12, da lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009, a listagem das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, define os estudos ambientais necessários e estabelece outras providências.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas.** Disponível em: <[https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php)>. Acesso em: dezembro 2022.

DAEE/CETESB (1980). **Drenagem urbana.** 2ª ed., São Paulo, SP.

DCSBC – DEFESA CIVIL DE SÃO BERNARDO DO CAMPO. (2011). **Enchente, inundação, alagamento ou enxurrada?** Disponível em: <<http://dcsbcsp.blogspot.com/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html>> Acesso em: 05 de fevereiro de 2021.

FORGIARINI, F.R.; SOUZA, C.F.; SILVEIRA, A.L.L. da; SILVEIRA, G.L.da; TUCCI, C.E.M. **Avaliação de cenários de cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17, 2007. São Paulo. Anais eletrônicos. SBRH, 2007. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/24138517/89675186/name/drenagem+urbana+para+sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 02 de setembro de 2020.

FÓRUM DA CASA. Piso permeável de acesso à garagem, 2017. Disponível em <https://forumdacasa.com/discussion/51807/piso-permeavel-de-acesso-a-garagem/> Acesso em 08 de abril de 2021.

**FRAIBURGO,** sem data. Disponível em: <<http://www.fraiburgo.sc.gov.br/site/index.asp?nv=3&content=161>>. Acesso em: 13 agosto 2020.

FRAIBURGO. Plano Municipal de Saneamento Básico de Fraiburgo. Fraiburgo, 2012.

\_\_\_\_\_. Plano Municipal de Assistência Social Fraiburgo – SC/2022 a 2025. Ago. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 322**, de 29 de outubro de 2024. Dispõe sobre normas relativas às edificações do município de Fraiburgo, Estado de Santa Catarina - Código de edificações, e dá outras providências. Fraiburgo, 2024.

GOMES, C. A. B. M., BAPTISTA, M. B., NASCIMENTO, N. O. **Financiamento da Drenagem Urbana: Uma Reflexão.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre: ABRH, vol. 13, nº 3, p93-104. 2008.

**GUIA DO TURISMO BRASIL,** sem data. Fraiburgo. Disponível em: <https://www.guiadoturismobrasil.com/hospedagem/2/SC/fraiburgo/877>. Acesso em: 13 agosto 2020.

HERBETS, R. A., *et al.* Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Health And Environment Journal**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 41-50, jun. 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da População 1996.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/contagem-1996/inicial>>. Acesso em: 13 agosto 2020.

\_\_\_\_\_. **Censo Demográfico 2000.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2000/inicial>>. Acesso em: 13 agosto 2020.

\_\_\_\_\_. **Censo Demográfico de 2010.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>>. Acesso em: 14 agosto 2020.

\_\_\_\_\_. **Cidades: Pesquisas, 2018.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/fraiburgo/panorama>>. Acesso em: 13 agosto 2020.

\_\_\_\_\_. **SIDRA: Séries Temporais.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/series-temporais/series-temporais>>. Acesso em: 14 agosto 2020.

\_\_\_\_\_. **CIDADES: Produto Interno Bruto dos Municípios.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/fraiburgo/pesquisa/38/46996>>. Acesso em: 26 de agosto de 2020

\_\_\_\_\_. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>. Acesso em 12 de abril de 2021.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2022.** Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: setembro 2024.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (2022). Portaria nº 155 de 30 de março de 2022.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA – IMA-SC. Notícias – O pioneirismo de Santa Catarina nos 10 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. IMA, 2020. Disponível em <<https://www.ima.sc.gov.br/index.php/noticias/1503-o-pioneirismo-de-santa-catarina-nos-10-anos-de-politica-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 12 de abril de 2021.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA – IMA. **Portaria IMA nº 21 de 25/01/2019.** Estabelece as condições de utilização do Sistema de Controle de Movimentação de Resíduos e Rejeitos no Estado de Santa Catarina, complementa a Portaria FATMA nº 242/2014 e revoga integralmente e substitui a Portaria FATMA nº 324 de 11.12.2015.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA – IMA. – **O pioneirismo de Santa Catarina nos 10 anos de Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <https://www.ima.sc.gov.br/index.php/noticias/1503-o-pioneirismo-de>

santa-catarina-nos-10-anos-de-politica-nacional-de-residuos-solidos#:~:text=Lixo%20Nosso%20de%20Cada%20Dia&text=Por%20meio%20do%20projeto%20foi,o%20lixo%20de%20forma%20inadequada. Acesso em: março 2022.

ITO, M.H.; COLOMBO, R. Resíduos volumosos no município de São Paulo: gerenciamento e valorização. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana* v. 11, 2019. Tradução. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S217533692019000100252&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S217533692019000100252&tlng=pt)>. Acesso em: 10 set. 2020.

LANGE, L. C.; SIMÕES, G. F.; LIMA, W. S. de; CATAPRETA, C. A.; FREITAS, I. C (ed.). Projeto, operação e monitoramento de resíduos sólidos: guia do profissional em treinamento. Belo Horizonte: **ReCESA**, 2008. 128 p. Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/recesa/projetooperacaoemonitoramentodeaterrossanitarios-nivel2.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/recesa/projetooperacaoemonitoramentodeaterrossanitarios-nivel2.pdf). Acesso em: 14 dez. 2021.

LARENTIS, D. **Problemas na drenagem urbana**. RHAMA. Disponível em <<http://rhama.com.br/blog/index.php/aguas-urbanas/problemas-na-drenagem-urbana/>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020.

LEOPOLD, L.B. Hydrology for Urban Planning - A Guidebook on the Hydrologic Effects on Urban Land Use. USGS circ. 554, 18p. 1968.

MARA, D.D.; SILVA, S.A. Tratamento biológico de águas residuárias: lagoas de estabilização. Rio de Janeiro; ABES, 1979.

MARSALEK, J. **The current state of sustainable urban stormwater management: an international perspective**. Japan and Taiwan International Workshop on Urban Regeneration 2005 - Air and Water. 2005. Disponível em: [http://www.recwet.t.u-tokyo.ac.jp/furumailab/crest/workshop05/june9pm\\_1.pdf](http://www.recwet.t.u-tokyo.ac.jp/furumailab/crest/workshop05/june9pm_1.pdf). Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP – **Censo Escolar 2018**. Disponível em <<http://portal.inep.gov.br/censo-escolar>>. Acesso em: 18 agosto 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria de Consolidação nº 5/2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX – Do controle e da Vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasil, 2017.

\_\_\_\_\_. **Dados de doenças diarreicas agudas (DDA): Casos de DDA por município**. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/component/content/article/932-saude-de-a-a-z/doenca-diarreica-aguda-dda/43216-dados>>. Acesso em 21 de setembro de 2020.

\_\_\_\_\_. **Leptospirose: o que é, causas, sintomas, tratamento, diagnóstico e prevenção**. Disponível em <http://saude.gov.br/saude-de-a-z/leptospirose>. Acesso em: 23 de setembro de 2020.

\_\_\_\_\_. **Sala de Apoio à Gestão Estratégica (SAGE)**. Disponível em <[sage.saude.gov.br](http://sage.saude.gov.br)>. Acesso em: 23 de setembro de 2020.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007 Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/mapeamento.pdf>>. Acesso em janeiro 2021.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). RAIS/MTE (2024). Disponível em: <https://bi.mte.gov.br/scripts10/dardoweb.cgi>. Acesso em: abril 2024.

NIELSEN, M. J. *et al.* **Medição de Água – Estratégias e Experimentações**. Optagraf Editora & Gráfica. ABES. São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, S. V. W.B. Modelo para tomada de decisão na escolha de sistema de tratamento de esgoto sanitário. São Paulo, 2004. 293 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2004.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Manual de Drenagem urbana Região Metropolitana de Curitiba- PR**, VERSÃO 1.0. Curitiba, 2002.

PINHEIRO, Igor. Descubra Tudo Sobre Asfalto Permeável. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/asfalto-permeavel/>>. Acesso em 08 de abril de 2021.

PROJETO BATENTE. Quatro tipos de pavimentações permeáveis, 2018. Disponível em: <<https://projetobatente.com.br/quatro-tipos-de-pavimentacoes-permeaveis/>>. Acesso em: 08 de abril de 2021.

PNUD, IPEA - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Perfil – Fraiburgo, SC, 2013.

SANEFRAI. Projeto executivo: sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário do bairro Nossa Senhora Aparecida - Fraiburgo/SC, 2020.

SANTA CATARINA. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável, e Secretaria da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e apoio a sua implementação: Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina 2006. v.1, pp.1-14.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável, e Secretaria da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e apoio a sua implementação: Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina 2006. v.1, pp.1-14.

\_\_\_\_\_. Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Relatório Temático (RT-01): Detalhamento do plano de trabalho.** Fundo Estadual de Recursos Hídrico (Fehidro), Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável (SDS). E. revisada, 152 p. 2007.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável. **Portaria nº 36/2008** - Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, Santa Catarina, SDS, 2008.

\_\_\_\_\_. **Lei Estadual nº 14.675, de 13 de abril de 2009.** Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina. **Levantamento aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis. 2010. Disponível em <[sigsc.sds.sc.gov.br/](http://sigsc.sds.sc.gov.br/)>. Acesso em 14 de setembro de 2021.

\_\_\_\_\_. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERHSC). Florianópolis, 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável. **Portaria nº 671/2020** - Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, Santa Catarina, SDE, 2020. Diário Oficial De Santa Catarina, Florianópolis, SC, 02 de fevereiro de 2021. Ed. 21449. pag. 11.

SANTOS, R.O. Projeções populacionais para pequenas áreas a partir de cenários econômicos: aplicação de ratio methods para a região do Alto Paraopeba-MG, 2010-2025. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2010.

SCHNEIDER, V. E. *et al.* A evolução da geração de resíduos sólidos no município de Bento Gonçalves-RS no período de 1993 à 2001. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 28, 2002, Cancún. Anais. Cancún, 2002.

SEBRAE - SANTA CATARINA EM NÚMEROS – Fraiburgo, 2010. Disponível em <<http://www.sebrae-sc.com.br/scemnumero/arquivo/Fraiburgo.pdf>>.

SILVA, B. J. da.; PEREIRA, O. S.; ASSIS, W. A. V. de; MORAES, L. R. S. **O Componente Drenagem Urbana no Plano Municipal de saneamento Ambiental de Alagoinhas, Bahia,** 2004. Disponível em: <<http://servicos.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/PDF/35Assemae126.pdf>>. Acesso em: 24 de setembro de 2021.

SILVA, G.; ROMERO, M. Sustentabilidade urbana aplicada: Análise dos processos de dispersão, densidade e uso e ocupação do solo para a cidade de Cuiabá, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Eure - Revista de Estudios Urbano Regionales**, [S.L.], v. 122, n. 41, p. 209-237, jan. 2015. Disponível em: <https://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/523/759>. Acesso em: 12 dez. 2021.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS (SNIRH). **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <[http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes\\_historicas\\_abas.jsf](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf)>. Acesso em: 19 de setembro de 2020.

SOUZA, C. F. **Mecanismos técnico-institucionais para a sustentabilidade da Drenagem Urbana**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre. BR-RS, 193 p. 2005. Disponível em <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6727/000489126.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.

TABNET/DATASUS - Informações de Saúde Epidemiológicas e Morbidade, 2020. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=29878153>>. Acesso em: 18 agosto 2020.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP. 2007. 220 f. Tese (Pós-graduação em Geografia Física), Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2007. Disponível em: < [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18102007-155204/publico/TESE\\_LIDIA\\_KEIKO\\_TOMINAGA.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18102007-155204/publico/TESE_LIDIA_KEIKO_TOMINAGA.pdf)>. Acesso em: 16 de fevereiro 2021.

TORRI, E.K Tanque Séptico: Proposta de uma melhor gestão na região metropolitana de Porto Alegre. 2015. 92 f. TCC (Graduação) – Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

TSE – Tribunal Superior Eleitoral. **Estatísticas do Eleitorado**. Disponível em: [https://sig.tse.jus.br/ords/dwapr/r/seai/sig-eleitor-eleitorado-mensal/home?p0\\_municipio=FRAIBURGO&p0\\_uf=SC&session=302792360844469](https://sig.tse.jus.br/ords/dwapr/r/seai/sig-eleitor-eleitorado-mensal/home?p0_municipio=FRAIBURGO&p0_uf=SC&session=302792360844469). Acesso em: abril 2024.

TSUTIYA, M. T.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre: ABRH, vol. 7, nº1. p5-27. 2002.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices**. Washington, DC. 1999. Disponível em: <[https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/urban-stormwater-bmps\\_preliminary-study\\_1999.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/urban-stormwater-bmps_preliminary-study_1999.pdf)>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.

VON SPERLING, M. **Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal**. Department of Sanitary and Environmental Engineering, Federal University of Minas Gerais, Brazil. IWA Publishing; 2007.

# PLANO DE SANEAMENTO

A revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico elaborada pelo CINCATARINA é um documento técnico que contempla: a avaliação das metas do PMSB em vigor, a análise do crescimento populacional do município, a elaboração de diagnósticos e prognósticos dos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, o controle social através de órgão colegiado e da participação social e ainda a revisão das estimativas de investimentos, conforme Política Nacional de Saneamento Básico.

O Consórcio Interfederativo Santa Catarina CINCATARINA é um consórcio Público, Multifinalitário, constituído na forma de associação Pública com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica interfederativa



CNPJ: 12.075.748/0001-32  
[www.cincatarina.sc.gov.br](http://www.cincatarina.sc.gov.br)  
[cincatarina@cincatarina.sc.gov.br](mailto:cincatarina@cincatarina.sc.gov.br)

Sede do CINCATARINA  
Rua General Liberato Bittencourt, 1885, 13º Andar, Sala 1305,  
Bairro Canto Florianópolis/Estado de Santa Catarina – CEP 88.070-800  
Telefone: (48) 3380 1620

Central Executiva do CINCATARINA  
Rua Nereu Ramos, 761, 1º Andar, Sala 01, Centro  
Fraiburgo/Estado de Santa Catarina – CEP 89.580-000  
Telefone: (48) 3380 1621