ELABORAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA (PSA) DO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL

RELATÓRIO CONSOLIDADO

REV. 00

JUNHO / 2025

A2N Engenharia e Soluções Sustentáveis LTDA.
Elaboração do Plano de Segurança da Água (PSA) do município de Jaraguá do Sul.
Jaraguá do Sul, 2024.

Contratante: Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE)
Endereço: Rua Erwino Menegotti, nº 478. Jaraguá do Sul / SC

Contratada: A2N Engenharia e Soluções Sustentáveis LTDA.
Endereço: Rua da Brandura, 350 - Jardim da Paz, CEP: 13.470-473, Americana/SP.

ELABORAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA (PSA) DO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL

RELATÓRIO CONSOLIDADO

ELABORADO POR:	SUPERVISIONADO POR:
RAFAEL MANFRINATO DE OLIVEIRA THIAGO FURLAN PENATTI	ANDERSON ASSIS NOGUEIRA

APROVADO POR:	REVISÃO	FINALIDADE	DATA
ANDERSON ASSIS NOGUEIRA	00	3	06/06/2025

FINALIDADE: [1] PARA INFORMAÇÃO [2] PARA COMENTÁRIO [3] PARA APROVAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O presente documento, denominado *Relatório Consolidado*, apresenta os trabalhos desenvolvidos pela A2N Engenharia referente ao Contrato nº 171/2024, assinado entre o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) e a A2N Engenharia, que tem por objeto a "*contratação de empresa especializada para elaboração, implementação e audiências públicas do Plano de Segurança da Água (PSA) do município de Jaraguá do Sul*".

O referido documento visa atender ao disposto no item 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4, 1.2.5, 1.2.6, 1.2.7, 1.2.8, 1.2.9, 1.2.10, 1.2.11 e 1.2.12 do Termo de Referência que rege a presente contratação.

Constam ao final do presente documento seus respectivos Anexos e Apêndices, quando aplicável.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 26
2 METODOLOGIA 28

CAPÍTULO I 29
3 FORMAÇÃO DE EQUIPE E CRONOGRAMA 29
3.1 EQUIPE DA CONTRATADA 29
3.1.1 ENGENHEIRO AMBIENTAL - ANDERSON ASSIS NOGUEIRA 29
3.1.2 ENGENHEIRO CIVIL - THIAGO FURLAN PENATTI 30
3.1.3 ENGENHEIRO CIVIL - RAFAEL MANFRINATO DE OLIVEIRA 30
3.1.4 ENGENHEIRA QUÍMICA E CIVIL - THAÍS AMORIM PEREIRA GIUDICE 31
3.1.5 ENGENHEIRA CIVIL - MAYGA DE MUCIO SHIRASAWA 31
3.2 EQUIPE DA CONTRATANTE 32
3.3 CRONOGRAMA 33

CAPÍTULO II 34
4 LEVANTAMENTO DE DADOS 34
4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO 34
4.1.1 HISTÓRIA DO MUNICÍPIO 34
4.1.2 ASPECTOS FÍSICOS E TERRITORIAIS 35
4.1.3 MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS 54
4.1.4 POPULAÇÃO 63
4.1.5 ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS 65
4.2 LEGISLAÇÃO 70
4.2.1 ÂMBITO FEDERAL 70
4.2.2 ÂMBITO ESTADUAL 72
4.2.3 ÂMBITO MUNICIPAL 75
4.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 76
4.4 FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO 79
4.4.1 ETA CENTRAL 79
4.4.2 ETA SUL 82
4.4.3 SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO 84
4.4.4 DISTRIBUIÇÃO 86

CAPÍTULO III 90

5 AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 90

5.1 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 90

5.1.1 MANANCIAIS 90

5.1.2 CAPTAÇÕES 97

5.1.3 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA 104

5.1.4 DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO 157

5.1.5 ERATS E EATS 163

5.1.6 LABORATÓRIO DE CONTROLE DA QUALIDADE DE ÁGUAS, EFLUENTES E PRODUTOS QUÍMICOS 167

5.2 MEDIDAS DE CONTROLE EXISTENTES NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 175

5.2.1 MANANCIAIS 175

5.2.2 CAPTAÇÕES 179

5.2.3 ETAS 181

5.2.4 LABORATÓRIOS – ETA CENTRAL / ETA SUL / CENTRAL SAMAE 185

5.2.5 QUALIDADE DA ÁGUA – ANÁLISES LABORATORIAIS 186

5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS E EVENTOS PERIGOSOS E CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS 214

5.3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS 214

5.3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS 215

5.3.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DAS UNIDADES OPERACIONAIS 219

CAPÍTULO IV 237

6 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS (PCC) 237

6.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NOS MANANCIAIS 241

6.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NAS CAPTAÇÕES 245

6.2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NAS ADUTORAS 249

6.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETAS CENTRAL E SUL) 250

6.3.1 GERAL 250

6.3.2 PRÉ-SEDIMENTAÇÃO 253

6.3.3 COAGULAÇÃO 254

6.3.4 FLOCULAÇÃO 256

6.3.5 DECANTAÇÃO 257

6.3.6 FILTRAÇÃO 258

6.3.7 TANQUE DE CONTATO 258

6.4 TRATAMENTO DE LODO – ETA CENTRAL 262

6.5 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NA MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS NAS ETAS CENTRAL E SUL 263

6.5.1 CLORO GÁS (ETA CENTRAL) 263

6.5.2 ÁCIDO FLUOSSILÍCICO 265

6.5.3 HIDRÓXIDO DE CÁLCIO (ETA CENTRAL) 267

6.5.4 HIPOCLORITO DE SÓDIO COMERCIAL 271

6.5.5 HIPOCLORETO DE SÓDIO GERADO IN LOCO (ETA SUL) 273

6.5.6 ORTOPOLIFOSFATO DE SÓDIO – ETA CENTRAL 276

6.6 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO 277

6.7 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NA RESERVAÇÃO 281

6.8 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NOS LABORATÓRIOS DE ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA 285

6.9 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NO SISTEMA ELÉTRICO 291

6.9.1 SISTEMAS DE RECALQUE R1, R2, R3, R4, R5 E R6 291

6.9.2 CABINE PRIMÁRIA (SISTEMA DE RECALQUE DE ÁGUA TRATADA E ÁGUA BRUTA) 297

6.9.3 SISTEMA DE CLORO GÁS E SISTEMA DE AUTOMAÇÃO (SUPERVISÓRIO) 304

6.10 SÍNTESE DOS PONTOS DE CONTROLE 306

6.11 PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS IDENTIFICADOS (PCC) 317

CAPÍTULO V 319

7 IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE, ESTABELECIMENTO DE LIMITES DE REFERÊNCIA E DEFINIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE 319

7.1 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS, PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE E LIMITES DE REFERÊNCIA – MANANCIAIS – CONTAMINANTES EMERGENTES 320

7.1.1 PERIGO 320

7.1.2 EVENTO OU CONDIÇÃO DA ETAPA ANALISADA 320

7.1.3 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS E PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE 320

7.1.4 LIMITES DE REFERÊNCIA 322

7.2 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS, PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE E LIMITES DE REFERÊNCIA – MANANCIAIS – ACIDENTES EM RODOVIAS 323

7.2.1 PERIGO 323

7.2.2 EVENTO OU CONDIÇÃO DA ETAPA ANALISADA 323

7.2.3 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS E PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE 323

7.2.4 LIMITES DE REFERÊNCIA 325
7.3 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS, PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE E LIMITES DE REFERÊNCIA - REDE DE DISTRIBUIÇÃO 326
7.3.1 PERIGO 326
7.3.2 EVENTO OU CONDIÇÃO DA ETAPA ANALISADA 326
7.3.3 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS E PROCEDIMENTOS PARA MONITORAMENTO E CONTROLE 326
7.3.4 LIMITES DE REFERÊNCIA 328

CAPÍTULO VI 329
8 PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA 329
8.1 ASPECTOS GERAIS 330
8.2 PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA – ETA CENTRAL 332
8.2.1 MONITORAMENTO DOS MANANCIAIS 332
8.2.2 ETA CENTRAL 355
8.3 PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA - ETA SUL 396
8.3.1 MONITORAMENTO DOS MANANCIAIS 396
8.3.2 ETA SUL 404
8.4 PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA – DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO 423
8.5 REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA ... 431

CAPÍTULO VII 432
9 DESENVOLVIMENTO DOS PLANOS E PROGRAMAS 432
9.1 DESENVOLVIMENTO DOS PLANOS E PROGRAMAS PARA IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE E MELHORIAS 433
9.2 CRONOGRAMA TÉCNICO DETALHADO PARA IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE E MELHORIAS 438
9.3 ESTRUTURA E REQUISITOS DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO PSA 442
9.4 REGISTROS DE DESEMPENHO DO SISTEMA E CONFORMIDADE OPERACIONAL 448
9.5 SIMPLICIDADE E DETALHAMENTO DOS SISTEMAS DE DOCUMENTAÇÃO 449
9.6 PROGRAMAS ESPECÍFICOS 452
9.6.1 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE CONTAMINANTES EMERGENTES NO MANANCIAL 452
9.6.2 PROGRAMA DE CONTINGÊNCIA PARA ACIDENTES COM CARGA PERIGOSA EM MANANCIAIS 453
9.6.3 PROGRAMA DE CONTROLE DE SUBPRODUTOS NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO 454

CAPÍTULO VIII 456
10 DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE AÇÃO PARA GESTÃO DO PSA 456
10.1 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PSA ATRAVÉS DE AUDITORIA 456
10.2 PLANO DE REVISÃO DO PSA 459
10.2.1 INSTRUMENTOS DE APOIO À REVISÃO CONTÍNUA DO PSA 460

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 463
APÊNDICES 465

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4-1. MUNICÍPIOS LIMÍTROFES DE JARAGUÁ DO SUL 36
FIGURA 4-2. LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DO NORTE/NORDESTE CATARINENSE..... 38
FIGURA 4-3. ACESSOS AO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL. 41
FIGURA 4-4. GEOLOGIA DO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL. 47
FIGURA 4-5. GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL. 50
FIGURA 4-6. PEDOLOGIA NO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL. 53
FIGURA 4-7. DISTRIBUIÇÃO DOS BIOMAS NO BRASIL..... 55
FIGURA 4-8. ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. 57
FIGURA 4-9. DELIMITAÇÃO DA BACIA DO RIO ITAPOCU. 59
FIGURA 4-10. HIDROGRAFIA DO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL - SC. 61
FIGURA 4-11. LOCALIZAÇÃO DAS ETAS NO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL/SC. 78
FIGURA 4-12. FLUXOGRAMA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO CENTRAL (ETA CENTRAL) 80
FIGURA 4-13. FLUXOGRAMA DO TRATAMENTO DO LODO JUNTO A ETA CENTRAL. 81
FIGURA 4-14. FLUXOGRAMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA SUL (ETA SUL)..... 83
FIGURA 4-15. FLUXOGRAMA DO SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO. 85
FIGURA 4-16. FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA TRATADA JUNTO AO SAMAE DE JARAGUÁ DO SUL. 87
FIGURA 5-1. MANANCIAIS UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO. 91
FIGURA 5-2 - RIO ITAPOCU..... 93
FIGURA 5-3. RIO JARAGUÁ..... 94
FIGURA 5-4. AFLUENTE SEM DENOMINAÇÃO COM SUA FOZ JUNTO AO RIO JARAGUÁ..... 95
FIGURA 5-5. CLASSIFICAÇÃO DOS RIOS DA BACIA DO ITAPOCU. 96
FIGURA 5-6. BALSAS DAS CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS – ETA CENTRAL. 97
FIGURA 5-7. BALSAS DAS CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS – ETA CENTRAL. 97
FIGURA 5-8. SISTEMA DE CAPTAÇÃO SUPERFICIAL JUNTO A ETA CENTRAL..... 98
FIGURA 5-9. CANAL DE ENTRADA DA CAPTAÇÃO..... 99
FIGURA 5-10. GRADEAMENTO DA CAPTAÇÃO..... 99
FIGURA 5-11. VISTA SUPERIOR DOS POÇOS DE SUCÇÃO. 100
FIGURA 5-12. CASA DE ABRIGO DAS BOMBAS DE RECALQUE 100
FIGURA 5-13. MACROMEDIDOR DO TIPO CARRETEL JUNTO A ADUTORA DE ÁGUA BRUTA. 100
FIGURA 5-14. ETA SUL COM VISTA DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA AO FUNDO. 100
FIGURA 5-15. SISTEMA DE CAPTAÇÃO SUPERFICIAL JUNTO A ETA SUL..... 101
FIGURA 5-16. BARRAMENTO JUNTO AO AFLUENTE PARA CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA..... 102
FIGURA 5-17. BARRAMENTO JUNTO AO AFLUENTE PARA CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA..... 102

FIGURA 5-18. CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DO SISTEMA INDEPENDENTE. 103
FIGURA 5-19. VISTA AÉREA DA ETA CENTRAL. 105
FIGURA 5-20. ADUTORA DE ÁGUA BRUTA LOGO APÓS A CAPTAÇÃO. 105
FIGURA 5-21. MEDIDOR DE VAZÃO ULTRASSÔNICO INSTALADO NA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA. 105
FIGURA 5-22. VISTA LATERAL DO SEDIMENTADOR E DA ADUTORA QUE TRANSPORTA A ÁGUA BRUTA. 106
FIGURA 5-23. VISTA SUPERIOR DO SEDIMENTADOR. 106
FIGURA 5-24. ADIÇÃO DE CLORO NO CANAL DA ÁGUA BRUTA APÓS A SEDIMENTAÇÃO. 107
FIGURA 5-25. CANAL DE ÁGUA BRUTA A MONTANTE DA CALHA *PARSHALL*. 107
FIGURA 5-26. DOSAGEM DO COAGULANTE NA CALHA *PARSHALL*. 108
FIGURA 5-27. SAÍDA DA CALHA *PARSHALL.* 108
FIGURA 5-28. SALA DE ANALISADORES. 108
FIGURA 5-29. VISTA INTERNA DA SALA DE ANALISADORES. 108
FIGURA 5-30. SENSOR DE CONDUTIVIDADE. 109
FIGURA 5-31. MEDIDOR DE TURBIDEZ. 109
FIGURA 5-32. DISPLAY DO MACROMEDIDOR DE VAZÃO INSTALADO JUNTO A ADUTORA DE ÁGUA BRUTA. 109
FIGURA 5-33. DISPLAY DO MACROMEDIDOR DE VAZÃO INSTALADO NA CALHA *PARSHALL*. 109
FIGURA 5-34. FLOCULADORES NA ETA CENTRAL. 111
FIGURA 5-35. ENTRADA DA ÁGUA BRUTA NOS DOIS MÓDULOS DE FLOCULADORES. 111
FIGURA 5-36. REFLETOR UTILIZADO PARA FACILITAR O CONTROLE E VISUALIZAÇÃO DA FORMAÇÃO DE FLOCOS. 111
FIGURA 5-37. MÓDULO DOS FLOCULADORES COM ILUMINAÇÃO POR REFLETOR. 111
FIGURA 5-38. DECANTADORES DA ETA CENTRAL. 112
FIGURA 5-39. DECANTADORES DA ETA CENTRAL. 112
FIGURA 5-40. SISTEMAS DE FILTROS DA ETA CENTRAL. 113
FIGURA 5-41. SISTEMAS DE FILTROS DA ETA CENTRAL. 113
FIGURA 5-42. SALA DOS SOPRADORES E COMPRESSORES. 114
FIGURA 5-43. COMPRESSORA UTILIZADOS NO SISTEMA DA ETA CENTRAL. 114
FIGURA 5-44. TANQUE DE CONTATO – ETA CENTRAL. 115
FIGURA 5-45. ADUTORA DE CHEGADA DA ÁGUA TRATADA JUNTO AO TANQUE DE CONTATO. 115
FIGURA 5-46. BOMBAS DE RECALQUE DE ÁGUA TRATADA – ETA CENTRAL. 116
FIGURA 5-47. PAINÉIS DE CONTROLE DAS BOMBAS DE RECALQUE – ETA CENTRAL 116
FIGURA 5-48. SALA DE OPERAÇÕES – ETA CENTRAL 117
FIGURA 5-49. TELA DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO NA SALA DE OPERAÇÕES – ETA CENTRAL. 117
FIGURA 5-50. SISTEMA DE AUTOMAÇÃO ACESSADO VIA APLICATIVO INSTALADO EM CELULAR. 117
FIGURA 5-51. PAINEL COM AS FICHAS DE DADOS DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICOS (FDS). 119
FIGURA 5-52. TANQUES DE ARMAZENAMENTO DE PAC NA ETA CENTRAL. 123

FIGURA 5-53. SALA DE ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DO CLORO LIQUEFEITO – ETA CENTRAL. 124
FIGURA 5-54. DOSADORA AUTOMATIZADA (PAINEL AZUL) E VÁLVULAS DE SEGURANÇA (PAINÉIS VERDES). 125
FIGURA 5-55. DETECTOR DE CLORO GÁS (DCM 2000) – ETA CENTRAL. 126
FIGURA 5-56. TANQUES DE ARMAZENAMENTO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO. 128
FIGURA 5-57. TANQUES PARA PREPARO DO CARVÃO ATIVADO. 130
FIGURA 5-58. PAINEL DE COMANDO DOS TANQUES DE PREPARO DO CARVÃO ATIVADO. 130
FIGURA 5-59. TANQUE PARA ARMAZENAMENTO DO ÁCIDO FLUOSSÍLÍCICO (AO CENTRO). 131
FIGURA 5-60. TANQUE INTERMEDIÁRIO DE ÁCIDO FLUOSSÍLÍCICO. 131
FIGURA 5-61. TANQUES DE ORTOPOLIFOSFATO. 134
FIGURA 5-62. TANQUES DE ARMAZENAMENTO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO. 136
FIGURA 5-63. GALÃO DE ARMAZENAMENTO DO ÁCIDO FOSFÓRICO. 137
FIGURA 5-64. ARMAZENAMENTO DOS POLÍMEROS EM GALÕES DE 25 KG. 139
FIGURA 5-65. EQUIPAMENTO DE PREPARO DO POLÍMERO. 139
FIGURA 5-66. BOMBAS PARA ARRASTE DO POLÍMERO 139
FIGURA 5-67. LABORATÓRIO – ETA CENTRAL. 140
FIGURA 5-68. COLORÍMETRO VISUAL. 140
FIGURA 5-69. TURBIDÍMETRO 2100Q 140
FIGURA 5-70. BURETA DIGITAL – ALCALINIDADE. 140
FIGURA 5-71. FLUORÍMETRO E COLORÍMETRO (DIGITAL) 141
FIGURA 5-72. JAR TEST. 141
FIGURA 5-73. TANQUE DE EQUALIZAÇÃO. 142
FIGURA 5-74. FLOCULADOR 142
FIGURA 5-75. DECANTADOR 142
FIGURA 5-76. ADENSADOR 142
FIGURA 5-77. TANQUE DE HOMOGENEIZAÇÃO. 143
FIGURA 5-78. PRENSA HIDRÁULICA. 143
FIGURA 5-79. CAÇAMBA PARA DESCARTE E TRANSPORTE DO LODO. 143
FIGURA 5-80. LODO DESCARTADO DENTRO DA CAÇAMBA. 143
FIGURA 5-81. IMAGEM AÉREA DA ETA SUL. 144
FIGURA 5-82. ENTRADA DA ÁGUA BRUTA – ETA SUL 145
FIGURA 5-83. DOSAGEM DE COAGULANTE JUNTO A CALHA *PARSHALL* – ETA SUL 145
FIGURA 5-84. AGITADOR VERTICAL – FLOCULAÇÃO 145
FIGURA 5-85. AGITADOR VERTICAL – FLOCULAÇÃO 145
FIGURA 5-86. DECANTADORES – ETA SUL. 146
FIGURA 5-87. DECANTADORES – ETA SUL. 146

FIGURA 5-88. TANQUES DE FILTRAGEM – ETA SUL. 147
FIGURA 5-89. TANQUES DE FILTRAGEM – ETA SUL. 147
FIGURA 5-90. TANQUE DE CONTATO E RESERVAÇÃO 1 – ETA SUL. 148
FIGURA 5-91. TANQUE DE CONTATO E RESERVAÇÃO 2 – ETA SUL. 148
FIGURA 5-92. MESA DE OPERAÇÃO – ETA SUL. 149
FIGURA 5-93. SALA DE OPERAÇÕES – ETA SUL. 149
FIGURA 5-94. TANQUES EXTERNOS DE 25.000 L DE PAC. 150
FIGURA 5-95. TANQUES INTERNOS DE 1000 L DE PAC. 150
FIGURA 5-96. BOMBAS DOSADORAS DE PAC. 150
FIGURA 5-97. MEDIDOR DE DOSAGEM DO PAC. 150
FIGURA 5-98. SACOS DE SAL DE 25 KG. 151
FIGURA 5-99. SOLUÇÃO SATURADA DE CLORETO DE SÓDIO. 151
FIGURA 5-100. GERADOR DE HIPOCLORITO DE SÓDIO. 152
FIGURA 5-101. GERADOR DE HIPOCLORITO DE SÓDIO. 152
FIGURA 5-102. TANQUES PARA ARMAZENAMENTO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO COMERCIAL E O GERADO IN LOCO. 153
FIGURA 5-103. DOSADORA DE HIPOCLORITO DE SÓDIO COMERCIAL. 153
FIGURA 5-104. TANQUES DE ARMAZENAGEM DO ÁCIDO FLUOSSILÍCICO. 154
FIGURA 5-105. BOMBAS DOSADORAS DE ÁCIDO FLUOSSILÍCICO. 154
FIGURA 5-106. BANCADA – LABORATÓRIO ETA SUL. 155
FIGURA 5-107. EQUIPAMENTO DE *JAR TEST* – ETA SUL. 155
FIGURA 5-108. COLORÍMETRO VISUAL – ETA SUL. 155
FIGURA 5-109. ANALISADOR DE PH E BURETA DIGITAL (ALCALINIDADE) – ETA SUL. 155
FIGURA 5-110. CLORÍMETROS PARA AFERIÇÃO DO FLÚOR E CLORO - ETA SUL. 155
FIGURA 5-111. BANCADA DOS EQUIPAMENTOS – LABORATÓRIO ETA SUL. 155
FIGURA 5-112. CAPTAÇÃO – SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO. 156
FIGURA 5-113. CAIXA DE AREIA – SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO. 156
FIGURA 5-114. ENTRADA DO FILTRO – SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO. 157
FIGURA 5-115. SAÍDA DO FILTRO – SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO. 157
FIGURA 5-116. RESERVATÓRIO – SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO. 157
FIGURA 5-117. SISTEMA PARA DOSAGEM DA PASTILHA DE CLORO – SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO. 157
FIGURA 5-118. RESERVATÓRIO R1 – TANQUE A. 159
FIGURA 5-119. RESERVATÓRIO R1 – TANQUE B. 159
FIGURA 5-120. RESERVATÓRIO R2 – TANQUE A. 159
FIGURA 5-121. RESERVATÓRIO R3 – TANQUE A. 159
FIGURA 5-122. RESERVATÓRIO R3 – TANQUE A E B. 159

FIGURA 5-123. RESERVATÓRIO R4 – TANQUE A. 159
FIGURA 5-124. RESERVATÓRIO R4 – TANQUE B. 160
FIGURA 5-125. RESERVATÓRIO R5 – TANQUE A. 160
FIGURA 5-126. RESERVATÓRIO R5 – TANQUE A E B. 160
FIGURA 5-127. RESERVATÓRIO R6. 160
FIGURA 5-128. ERAT R301 – CZERNIEWICZ. 166
FIGURA 5-129. ERAT R303 – ILHA DA FIGUEIRA – RUA RINALDO BOGO. 166
FIGURA 5-130. ERAT R304 – ILHA DA FIGUEIRA – RUA JACOB DA SILVA. 166
FIGURA 5-131. ERAT R305 – ILHA DA FIGUEIRA – RUA MARTIM COCHELLA. 166
FIGURA 5-132. ERAT R306 – ÁGUAS CLARAS – RUA ÁGUAS CLARAS. 166
FIGURA 5-133. ERAT ES01 - JARAGUÁ 84 – RUA ALVINO FLOR DA SILVA. 166
FIGURA 5-134. ERAT ES02 – BARRA DO RIO MOLHA – RUA WALTER MARQUARDT. 167
FIGURA 5-135. ERAT ES03 – RIO MOLHA – RUA RI-069. 167
FIGURA 5-136. ERAT ES04 – RIO MOLHA – RUA PEDRO CHIODINI. 167
FIGURA 5-137. ERAT PISTA DE ATLETISMO – RUA FRANCISCO HRUSCHKA. 167
FIGURA 5-138. ENTRADA DO LABORATÓRIO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICOS. 169
FIGURA 5-139. BALCÃO PARA RECEBIMENTO DAS AMOSTRADAS. 169
FIGURA 5-140. SALA DO ALMOXARIFADO. 169
FIGURA 5-141. SALA DO ALMOXARIFADO. 169
FIGURA 5-142. LABORATÓRIO DE PRODUTOS QUÍMICOS (MANUTENÇÕES). 169
FIGURA 5-143. SALA DA BALANÇA. 169
FIGURA 5-144. LABORATÓRIO DE ÁGUAS. 170
FIGURA 5-145. TURBIDÍMETRO. 170
FIGURA 5-146. COLORÍMETRO VISUAL 170
FIGURA 5-147. ESPECTROFOTÔMETRO. 170
FIGURA 5-148. BURETA DIGITAL. 170
FIGURA 5-149. PHMETRO PORTÁTIL. 170
FIGURA 5-150. LABORATÓRIO DE EFLUENTES. 171
FIGURA 5-151. ESPECTROFOTÔMETRO. 171
FIGURA 5-152. CÂMARA DE INCUBAÇÃO. 171
FIGURA 5-153. CÂMARA DE INCUBAÇÃO. 171
FIGURA 5-154. REATOR DQO. 171
FIGURA 5-155. ANALISADOR DE ÁGUA. 171
FIGURA 5-156. LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA. 172
FIGURA 5-157. RECEPÇÃO DAS AMOSTRAS 172
FIGURA 5-158. SALA DA BALANÇA. 172

FIGURA 5-159. SALA DE INOCULAÇÃO. 172
FIGURA 5-160. CABINE DE FLUXO UNIDIRECIONAL. 172
FIGURA 5-161 SALA DA INCUBAÇÃO. 172
FIGURA 5-162. ESTUFA PARA CULTURA E BACTERIOLOGIA. 173
FIGURA 5-163, INCUBADORA. 173
FIGURA 5-164. SALA DE MEIOS DE CULTURA E ESTERILIZAÇÃO. 173
FIGURA 5-165. AUTOCLAVE VERTICAL 173
FIGURA 5-166. SALA DE LIMPEZA E DESCONTAMINAÇÃO. 173
FIGURA 5-167. SALA DE LIMPEZA E DESCONTAMINAÇÃO. 173
FIGURA 5-168. AUTOCLAVE E AMOSTRAS ESTERILIZADAS. 174
FIGURA 5-169. DESCARTE DE AMOSTRAS. 174
FIGURA 5-170. SISTEMA DE DESCARTE ISOLADO. 174
FIGURA 5-171. ENTRADA PRINCIPAL DO LABORATÓRIO CENTRAL 174
FIGURA 5-172. PONTO DE COLETA 1 – RIO NOVO. 177
FIGURA 5-173. PONTO DE COLETA 2 – RIO HUMBOLDT 177
FIGURA 5-174. PONTO DE COLETA 3 – CONFLUÊNCIA RIO NOVO/HUMBOLDT. 177
FIGURA 5-175. PONTO DE COLETA 4 – PONTE DO RODEIO – RIO ITAPOCU. 177
FIGURA 5-176. PONTO DE COLETA – CAPTAÇÃO ETA CENTRAL. 177
FIGURA 5-177. PONTO DE COLETA 6 – PONTE ABDON (JUSANTE - RIO ITAPOCU) 177
FIGURA 5-178. PONTO DE COLETA 7 – ETA SUL (RIO JARAGUÁ) 178
FIGURA 5-179. SALA DE ANALISADORES – ETA CENTRAL 180
FIGURA 5-180. EQUIPAMENTOS – SALA DE ANALISADORES 180
FIGURA 6-1. ÁRVORE DECISÓRIA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PCC, PC, PA E PCA. 240
FIGURA 8-1. MAPA DAS MICROBACIAS (MB 01-08) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA CENTRAL. 333
FIGURA 8-2. MAPA DAS MICROBACIAS (MB 09-12) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA CENTRAL. 334
FIGURA 8-3. MAPA DAS MICROBACIAS (MB 13-23) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA CENTRAL. 335
FIGURA 8-4. MUNICÍPIOS LIMÍTROFES COM JARAGUÁ DO SUL/SC. 339
FIGURA 8-5. MUNICÍPIOS A MONTANTE DE JARAGUÁ DO SUL, EM RELAÇÃO A CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA NO RIO ITAPOCU. 341
FIGURA 8-6. RODOVIA E FERROVIA DENTRO DOS LIMITES MUNICIPAIS DE JARAGUÁ DO SUL, CORUPÁ E SÃO BENTO DO SUL. 344
FIGURA 8-7. MANANCIAIS PRÓXIMOS A RODOVIA E FERROVIA. 345
FIGURA 8-8. PONTOS DE ATENÇÃO NA RODOVIA BR-280 PRÓXIMO AOS MANANCIAIS. 346
FIGURA 8-9. PONTOS DE ATENÇÃO NA FERROVIA PRÓXIMO AOS MANANCIAIS. 347
FIGURA 8-10. MAPA DAS MICROBACIAS (MB 24-41) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA SUL. 397
FIGURA 8-11. MAPA DAS MICROBACIAS (MB 42-73) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA SUL. 398
FIGURA 8-12. MAPA DAS MICROBACIAS (MB 74-92) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA SUL. 399

LISTA DE TABELAS

TABELA 3-1. EQUIPE TÉCNICA DA EMPRESA A2N ENGENHARIA..... 29
TABELA 3-2. EQUIPE TÉCNICA SAMAE. 32
TABELA 3-3. CRONOGRAMA FÍSICO INICIAL..... 33
TABELA 4-1. DADOS DA TEMPERATURA NA ESTAÇÃO A862 NO ANO DE 2023..... 43
TABELA 4-2. REGISTROS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO EM JARAGUÁ DO SUL 44
TABELA 4-3. ÁREAS DAS UNIDADES GEOLÓGICAS NO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL. 45
TABELA 4-4. ÁREAS DOS PADRÕES GEOMORFOLÓGICOS NO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL..... 48
TABELA 4-5. DISTRIBUIÇÃO DAS TEXTURAS DO SOLO NO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL..... 51
TABELA 4-6. PROJEÇÃO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL/SC..... 64
TABELA 4-7. SETORIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA..... 88
TABELA 5-1. ESPECIFICAÇÕES DO PAC. 121
TABELA 5-2. PROPRIEDADES DO CLORO LIQUEFEITO. 124
TABELA 5-3. ESPECIFICAÇÕES DO HIPOCLORITO DE SÓDIO. 127
TABELA 5-4. ESPECIFICAÇÕES DO CARVÃO ATIVADO. 129
TABELA 5-5. DESCRIÇÃO DO ÁCIDO FLUOSSILÍCICO..... 130
TABELA 5-6. ESPECIFICAÇÕES DO ORTOPOLIFOSFATO. 132
TABELA 5-7. ESPECIFICAÇÕES – HIDRÓXIDO DE CÁLCIO. 135
TABELA 5-8. ESPECIFICAÇÕES DO ÁCIDO FOSFÓRICO. 137
TABELA 5-9. ESPECIFICAÇÕES DO POLÍMERO..... 138
TABELA 5-10. RELAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DO SAMAE EM JARAGUÁ DO SUL. 161
TABELA 5-11. RELAÇÃO DAS ERATS E EATS DO SAMAE EM JARAGUÁ DO SUL. 163
TABELA 5-12. PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA..... 176
TABELA 5-13. RESUMO DAS MEDIDAS DE CONTROLE EXISTENTE NOS MANANCIAIS. 178
TABELA 5-14. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS MANANCIAIS – PONTO 1. 189
TABELA 5-15. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS MANANCIAIS – PONTO 2. 190
TABELA 5-16. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS MANANCIAIS – PONTO 3. 191
TABELA 5-17. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS MANANCIAIS – PONTO 4. 192
TABELA 5-18. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS MANANCIAIS – PONTO 5. 193
TABELA 5-19. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS MANANCIAIS – PONTO 6. 194
TABELA 5-20. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA CAPTADA – ETA CENTRAL. 196
TABELA 5-21. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA – ETA CENTRAL. 197
TABELA 5-22. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO – ETA CENTRAL. 198

TABELA 5-23. MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO – PONTOS 1 AO 3. 199
TABELA 5-24. MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO – PONTOS 4 AO 7. 200
TABELA 5-25. MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO – PONTOS 8 AO 11. 201
TABELA 5-26. MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO – PONTOS 12 AO 15. 202
TABELA 5-27. MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO – PONTOS 16, 17, 18 E 27. 203
TABELA 5-28. MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO. 204
TABELA 5-29. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA CAPTADA – ETA SUL. 206
TABELA 5-30. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA – ETA SUL. 207
TABELA 5-31. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO – ETA SUL. 208
TABELA 5-32. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO – PONTOS 19, 20 E 21. 209
TABELA 5-33. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO – PONTOS 22, 23 E 24. 210
TABELA 5-34. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO – PONTOS 25, 26. 211
TABELA 5-35. MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO. 212
TABELA 5-36. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO. 216
TABELA 5-37. ESCALA DE SEVERIDADE E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA. 217
TABELA 5-38. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS – MANANCIAIS. 220
TABELA 5-39. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS – CAPTAÇÕES 221
TABELA 5-40. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO – ADUTORAS 222
TABELA 5-41. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO – SISTEMAS ELÉTRICOS. 223
TABELA 5-42. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS – ETA CENTRAL E SUL 225
TABELA 5-43. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO – TRATAMENTO DO LODO DA ETA CENTRAL. 229
TABELA 5-44. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS – RESERVATÓRIOS 230
TABELA 5-45. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS – PRODUTOS QUÍMICOS. 231
TABELA 5-46. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO – LABORATÓRIOS. 234
TABELA 5-47. MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS – REDE DE DISTRIBUIÇÃO. 236
TABELA 6-1. QUESTIONÁRIO MANANCIAIS - PRESENÇA DE CONTAMINANTES EMERGENTES NO MANANCIAL. 241
TABELA 6-3. QUESTIONÁRIO MANANCIAIS – AUMENTO SUBSTANCIAL DA TURBIDEZ 242

TABELA 6-4. QUESTIONÁRIO MANANCIAIS - AUMENTO OU DIMINUIÇÃO SUBSTANCIAL DO PH E DA ALCALINIDADE 242

TABELA 6-5. QUESTIONÁRIO MANANCIAIS - PARALISAÇÕES DAS CAPTAÇÕES DECORRENTE DE VARIAÇÕES CLIMÁTICAS SAZONAIS (ESTIAGEM OU EXCESSO DE ÁGUA). 243

TABELA 6-6. QUESTIONÁRIO MANANCIAIS - PARALISAÇÃO TEMPORÁRIA DA CAPTAÇÃO E OPERAÇÃO DECORRENTE DE ACIDENTE NA RODOVIA COM CARGA PERIGOSA. 244

TABELA 6-7. QUESTIONÁRIO CAPTAÇÕES - PARALISAÇÃO TEMPORÁRIA DA OPERAÇÃO POR AVARIA DO CONJUNTO MOTOBOMBA DE TRANSPORTE DE ÁGUA BRUTA (ETA CENTRAL). 245

TABELA 6-8. QUESTIONÁRIO CAPTAÇÕES - PARALISAÇÃO TEMPORÁRIA DECORRENTE DE ASSOREAMENTO DO CANAL DE CAPTAÇÃO (ETA CENTRAL/ETA SUL). 246

TABELA 6-9. QUESTIONÁRIO CAPTAÇÕES - PARALISAÇÃO TEMPORÁRIA DECORRENTE DE AVARIA DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO/TELEMETRIA. 246

TABELA 6-10. QUESTIONÁRIO CAPTAÇÕES - PARALISAÇÃO TEMPORÁRIA POR VARIA DO SISTEMA DE ACIONAMENTO, CABOS, PAINÉIS OU SISTEMA ELÉTRICO. 247

TABELA 6-11. QUESTIONÁRIO CAPTAÇÕES - SABOTAGEM OU VANDALISMO. 247

TABELA 6-12. QUESTIONÁRIO CAPTAÇÕES - PARALISAÇÃO TEMPORÁRIA DA OPERAÇÃO POR INTERRUPÇÃO NO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA. 248

TABELA 6-13. QUESTIONÁRIO ADUTORAS - ACUMULAÇÃO DE SEDIMENTOS NO INTERIOR DA ADUTORA. 249

TABELA 6-14. QUESTIONÁRIO ADUTORAS – RUPTURA DA ADUTORA. 249

TABELA 6-15. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL - INTERRUPÇÃO NO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA. 250

TABELA 6-16. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL - FALHA DO MACROMEDIDOR DE MEDIÇÃO DE VAZÃO DE ENTRADA DA ÁGUA BRUTA. 251

TABELA 6-17. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL - PROBLEMAS COM PESSOAL. 251

TABELA 6-18. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL - SABOTAGEM/ VANDALISMO. 252

TABELA 6-19. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL - FALHA NO SISTEMA SUPERVISÓRIO - CCO 252

TABELA 6-20. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL - ATRASO NA ENTREGA DE PRODUTOS QUÍMICOS. 253

TABELA 6-21. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – PRÉ-SEDIMENTAÇÃO - ENTRADA EXCESSIVA DE SÓLIDOS. 253

TABELA 6-22. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – PRÉ-SEDIMENTAÇÃO – ACÚMULO DE LODO. 254

TABELA 6-23. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – COAGULAÇÃO - FALHA DO SISTEMA DE DOSAGEM DE COAGULANTE (PAC). 254

TABELA 6-24. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – COAGULAÇÃO - FALHA DA DOSAGEM DO COAGULANTE. 255

TABELA 6-25. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – COAGULAÇÃO - CONDIÇÕES BAIXAS DE ALCALINIDADE. 255

TABELA 6-26. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – COAGULAÇÃO - FALHA DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE VAZÃO. 256

TABELA 6-27. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – FLOCULAÇÃO - FALHA DO SISTEMA DE DOSAGEM DO POLÍMERO (ETA CENTRAL). 256

TABELA 6-28. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – FLOCULAÇÃO - FALHA NO SISTEMA DE DOSAGEM DE CARVÃO ATIVADO (ETA CENTRAL). 257

TABELA 6-29. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – DECANTAÇÃO - VAZÕES ACIMA DO PROJETADO PARA O DECANTADOR. 257

TABELA 6-30. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – FILTRAÇÃO - AUMENTO DA TURBIDEZ DA ÁGUA FILTRADA..... 258

TABELA 6-31. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – TANQUE DE CONTATO - FALHA NO SISTEMA DE DOSAGEM DE ORTOPOLIFOSFATO DE SÓDIO. 258

TABELA 6-32. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – TANQUE DE CONTATO - FALHA NA DOSAGEM DE ORTOPOLIFOSFATO DE SÓDIO..... 259

TABELA 6-33. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – TANQUE DE CONTATO - FALHA NO SISTEMA DE DOSAGEM DE FLÚOR. 259

TABELA 6-34. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – TANQUE DE CONTATO - FALHA NA DOSAGEM DE FLÚOR..... 260

TABELA 6-35. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – TANQUE DE CONTATO - FALHA NO SISTEMA DE DOSAGEM DE CLORO..... 260

TABELA 6-36. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – TANQUE DE CONTATO - FALHA NA DOSAGEM DE CLORO PARA DESINFECÇÃO FINAL..... 261

TABELA 6-37. QUESTIONÁRIO ETA CENTRAL/SUL – TANQUE DE CONTATO - FORMAÇÃO DE SUBPRODUTOS..... 261

TABELA 6-38. QUESTIONÁRIO TRATAMENTO DE LODO ETA CENTRAL – CONTAMINAÇÃO DO LODO PROVENIENTES DE ACIDENTES QUÍMICOS E AMBIENTAIS. 262

TABELA 6-39. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS - CLORO GÁS (ETA CENTRAL) – VAZAMENTO. 263

TABELA 6-40. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS - CLORO GÁS (ETA CENTRAL) - CONTATO ACIDENTAL. 264

TABELA 6-41. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS - CLORO GÁS (ETA CENTRAL) - SUPERDOSAGEM. 264

TABELA 6-42. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – CLORO GÁS (ETA CENTRAL) – DETERIORAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO..... 264

TABELA 6-43. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – ÁCIDO FLUOSSILÍCICO – VAZAMENTO. 265

TABELA 6-44. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – ÁCIDO FLUOSSILÍCICO – CONTATO ACIDENTAL. 265

TABELA 6-45. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – ÁCIDO FLUOSSILÍCICO – LIBERAÇÃO DE GASES TÓXICOS. 266

TABELA 6-46. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – ÁCIDO FLUOSSILÍCICO – DETERIORAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO E DOSAGEM. 266

TABELA 6-47. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIDRÓXIDO DE CÁLCIO (ETA CENTRAL) – VAZAMENTO..... 267

TABELA 6-48. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIDRÓXIDO DE CÁLCIO (ETA CENTRAL) – CONTATO ACIDENTAL. 267

TABELA 6-49. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIDRÓXIDO DE CÁLCIO (ETA CENTRAL) – DETERIORAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO E DOSAGEM. 268

TABELA 6-50. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – CARVÃO ATIVADO (ETA CENTRAL) – INCÊNDIOS. 268
TABELA 6-51. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – CARVÃO ATIVADO (ETA CENTRAL) – CONTATO ACIDENTAL. 269
TABELA 6-52. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – POLICLORETO DE ALUMÍNIO – VAZAMENTO. 269
TABELA 6-53. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – POLICLORETO DE ALUMÍNIO – CONTATO ACIDENTAL. 270
TABELA 6-54. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – POLICLORETO DE ALUMÍNIO – FORMAÇÃO DE PRECIPITADOS. 270
TABELA 6-55. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – POLICLORETO DE ALUMÍNIO – DETERIORAÇÃO OU OBSTRUÇÕES DAS INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO E DOSAGEM. 271
TABELA 6-56. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIPOCLORITO DE SÓDIO COMERCIAL – VAZAMENTO 271
TABELA 6-57. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIPOCLORITO DE SÓDIO COMERCIAL – CONTATO ACIDENTAL. 272
TABELA 6-58. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIPOCLORITO DE SÓDIO COMERCIAL – FORMAÇÃO DE GASES TÓXICOS 272
TABELA 6-59. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIPOCLORITO DE SÓDIO COMERCIAL – DETERIORAÇÃO OU OBSTRUÇÕES DAS INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO E DOSAGEM. 273
TABELA 6-60. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIPOCLORITO DE SÓDIO GERADO IN LOCO (ETA SUL) – VAZAMENTO. 273
TABELA 6-61. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIPOCLORITO DE SÓDIO GERADO IN LOCO (ETA SUL) – CONTATO ACIDENTAL. 274
TABELA 6-62. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIPOCLORITO DE SÓDIO GERADO IN LOCO (ETA SUL) - FORMAÇÃO DE GASES TÓXICOS. 274
TABELA 6-63. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIPOCLORITO DE SÓDIO GERADO IN LOCO (ETA SUL) – CORROSÃO DE EQUIPAMENTOS. 275
TABELA 6-64. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – HIPOCLORITO DE SÓDIO GERADO IN LOCO (ETA SUL) – RISCO DE EXPLOSÃO 275
TABELA 6-65. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – ORTOPOLIFOSFATO DE SÓDIO – VAZAMENTO. 276
TABELA 6-66. QUESTIONÁRIO PRODUTOS QUÍMICOS – ORTOPOLIFOSFATO DE SÓDIO – CONTATO ACIDENTAL. 276
TABELA 6-67. QUESTIONÁRIO REDE DE DISTRIBUIÇÃO — USO DE MATERIAIS E REVESTIMENTOS INADEQUADOS. 277
TABELA 6-68. QUESTIONÁRIO REDE DE DISTRIBUIÇÃO — DESINFECÇÃO INEFICIENTE APÓS REPARO DE REDE. 277
TABELA 6-69. QUESTIONÁRIO REDE DE DISTRIBUIÇÃO — INFILTRAÇÕES. 278
TABELA 6-70. QUESTIONÁRIO REDE DE DISTRIBUIÇÃO – ROMPIMENTO DE REDE. 278
TABELA 6-71. QUESTIONÁRIO REDE DE DISTRIBUIÇÃO —MAU FUNCIONAMENTO OU QUEBRA DE VÁLVULAS OU BOOSTERS. 279
TABELA 6-72. QUESTIONÁRIO REDE DE DISTRIBUIÇÃO — RESIDUAL DE CLORO INADEQUADO. 279

TABELA 6-73. QUESTIONÁRIO REDE DE DISTRIBUIÇÃO — RESIDUAL DE FLÚOR INADEQUADO. 280
TABELA 6-74. QUESTIONÁRIO REDE DE DISTRIBUIÇÃO – FORMAÇÃO DE SUBPRODUTOS DA DESINFECÇÃO. 280
TABELA 6-75. QUESTIONÁRIO RESERVAÇÃO – DANO OU DESTRUIÇÃO DO RESERVATÓRIO DEVIDO A UM DESASTRE NATURAL. 281
TABELA 6-76. QUESTIONÁRIO RESERVAÇÃO – INEXISTÊNCIA DE CONTROLE DE ACESSO DE PESSOAS – AÇÕES DE VANDALISMO OU SABOTAGEM. 281
TABELA 6-77. QUESTIONÁRIO RESERVAÇÃO – VAZAMENTO CAUSADO POR RACHADURA NAS PAREDES E FUNDO DO RESERVATÓRIO. 282
TABELA 6-78. QUESTIONÁRIO RESERVAÇÃO – OPERAÇÕES DE LIMPEZA E MANUTENÇÃO INEFICIENTES 282
TABELA 6-79. QUESTIONÁRIO RESERVAÇÃO – MEDIÇÃO INCORRETA DO NÍVEL DE ÁGUA OU MAL FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE DADOS. 283
TABELA 6-80. QUESTIONÁRIO RESERVAÇÃO – INTRODUÇÃO DE CONTAMINANTES POR MATERIAIS IMPRÓPRIOS OU PROBLEMAS OPERACIONAIS. 283
TABELA 6-81. QUESTIONÁRIO RESERVAÇÃO – AUSÊNCIA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA SAÍDA DO RESERVATÓRIO. 284
TABELA 6-82. QUESTIONÁRIO RESERVAÇÃO – EXCESSIVO ACÚMULO DE SEDIMENTOS NO PISO DO RESERVATÓRIO. 284
TABELA 6-83. QUESTIONÁRIO RESERVAÇÃO – EXCESSIVO ACÚMULO DE SEDIMENTOS NO PISO DO RESERVATÓRIO. 285
TABELA 6-84. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - FALHA NOS PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE ÁGUA NAS TORNEIRAS. 285
TABELA 6-85. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - FALHA NOS PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE ÁGUA SUPERFICIAL 286
TABELA 6-86. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - QUALIDADE RUIM DOS MATERIAIS PARA COLETA BACTERIOLÓGICA. 286
TABELA 6-87. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - FALHA NOS PROCEDIMENTOS DE LIMPEZA DOS FRASCOS. 287
TABELA 6-88. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - FALHA NOS PROCEDIMENTOS DE ESTERILIZAÇÃO. 287
TABELA 6-89. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - FALHAS NOS PROCEDIMENTOS DE LIMPEZA. 288
TABELA 6-90. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - FALHA NOS PROCEDIMENTOS INTERNOS PARA REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES 288
TABELA 6-91. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - RESULTADOS DE ANÁLISE DE COLIFORMES FALSO-NEGATIVO 289
TABELA 6-92. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - FALHA NOS PROCEDIMENTOS INTERNOS PARA REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES 289
TABELA 6-93. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - EQUIPAMENTOS COM DEFEITOS 290
TABELA 6-94. QUESTIONÁRIO LABORATÓRIOS - FALTA DE MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA. 290
TABELA 6-95. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS - FALHA ELÉTRICAS E INTERRUPÇÃO NO ABASTECIMENTO. 291
TABELA 6-96. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS - FALHA DE REDUNDÂNCIA OPERACIONAL. 292

TABELA 6-97. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS - FALHAS NO SISTEMA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO. 292

TABELA 6-98. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS - CAVITAÇÃO E PROBLEMAS HIDRÁULICOS. 293

TABELA 6-99. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS - ATERRAMENTO SPDA (SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS). 293

TABELA 6-100. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS - REFRIGERAÇÃO DA SALA DOS PAINÉIS ELÉTRICOS. 294

TABELA 6-101. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS - PROJETOS ELÉTRICOS DESATUALIZADOS. 294

TABELA 6-102. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS - INUNDAÇÃO DO ABRIGO DAS BOMBAS. 295

TABELA 6-103. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS - IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA. 296

TABELA 6-104. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – CABINE PRIMÁRIA - REDUNDÂNCIA DE TRANSFORMADORES (CAPTAÇÃO ETA CENTRAL). 297

TABELA 6-105. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – CABINE PRIMÁRIA - REDUNDÂNCIA DE TRANSFORMADORES (RECALQUE ETA CENTRAL)..... 298

TABELA 6-106. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – CABINE PRIMÁRIA - REDUNDÂNCIA DE TRANSFORMADORES (CAPTAÇÃO ETA SUL). 299

TABELA 6-107. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – CABINE PRIMÁRIA - PROJETOS ELÉTRICOS DESATUALIZADOS. 299

TABELA 6-108. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – CABINE PRIMÁRIA - INSPEÇÕES E LIMPEZAS..... 300

TABELA 6-109. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – CABINE PRIMÁRIA - TESTES DE ENSAIOS E MONITORAMENTO. 300

TABELA 6-110. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – CABINE PRIMÁRIA - ATERRAMENTO SPDA (SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS). 301

TABELA 6-111. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – CABINE PRIMÁRIA - AUSÊNCIA DE REDUNDÂNCIA (GERADOR) NA ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA. 302

TABELA 6-112. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – CABINE PRIMÁRIA - INUNDAÇÃO DA CABINE PRIMÁRIA (ÁGUA TRATADA). 303

TABELA 6-113. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – SISTEMA DE CLORO GÁS - FALHA OU INATIVIDADE DOS SENSORES DO ABRIGO DO CLORO GÁS. 304

TABELA 6-114. QUESTIONÁRIO SISTEMAS ELÉTRICOS – SISTEMA DE AUTOMAÇÃO - FALHAS DOS EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO E AUSÊNCIA DO ACESSO AO SUPERVISÓRIO. 305

TABELA 6-114. RESUMO DA IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS. 306

TABELA 6-115. PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS IDENTIFICADOS NO SAA. 317

TABELA 8-1. RELAÇÃO DOS NÚMEROS DOS PRINCIPAIS ÓRGÃOS DE FISCALIZAÇÃO, SERVIÇOS ESSENCIAIS E EMERGENCIAIS 331

TABELA 8-2. MICROBACIAS A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA CENTRAL. 337

TABELA 8-3. RESPONSABILIDADE DOS ÓRGÃOS COMPETENTES DIANTE DE UMA EMERGÊNCIA. 353

TABELA 8-4. TABELA CRONOLÓGICA DE PROCEDIMENTOS – RESPOSTA A ACIDENTES COM CARGA PERIGOSA 354

TABELA 8-5. TABELA 5. PLANO DE EMERGÊNCIA / CONTINGÊNCIA – ETA CENTRAL. 355

TABELA 8-7. MICROBACIAS A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA SUL. 401
TABELA 8-8. PLANO DE EMERGÊNCIA / CONTINGÊNCIA – ETA SUL. 404
TABELA 8-9. PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA – DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO. 423
TABELA 9-1. MODELO DE TABELA – PLANO DE AÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE E MELHORIAS (EXEMPLOS) 437
TABELA 9-2. CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DAS AÇÕES 438
TABELA 9-3. PROPOSTA DE CRONOGRAMA DETALHADO (EXEMPLO APLICADO) 439
TABELA 9-4. MODELO DE TABELA – VALIDAÇÃO, MONITORAMENTO E VERIFICAÇÃO DAS AÇÕES DO PSA (EXEMPLOS). 441
TABELA 9-5. MODELO DE TABELA – CONTROLE DE DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO PSA (EXEMPLOS DE SITUAÇÕES). 446
TABELA 9-6. TIPOS DE REGISTROS NECESSÁRIOS (EXEMPLOS) 448
TABELA 4-7. EVENTOS E DOCUMENTAÇÕES OBRIGATÓRIAS 450
TABELA 9-8. MODELO DE TABELA – REGISTRO E GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES, ACIDENTES E EMERGÊNCIAS (EXEMPLOS) 451
TABELA 9-9. CRONOGRAMA SUGERIDO PARA PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS MANANCIAIS. 453
TABELA 9-10. CRONOGRAMA SUGERIDO PARA PROGRAMA DE CONTINGÊNCIA PARA ACIDENTES COM CARGAS PERIGOSAS EM MANANCIAIS. 454
TABELA 9-12. CRONOGRAMA SUGERIDO PARA PROGRAMA DE CONTROLE DE SUBPRODUTOS NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO. 455
TABELA 10-1. *CHECK-LIST* SUGERIDO PARA VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PSA. 457
TABELA 10-2. SUGESTÃO PARA REVISÕES DO PSA. 459
TABELA 10-3. SUGESTÃO DE TABELA CRONOLÓGICA DE UTILIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE REVISÃO DO PSA 462

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4-1. EVOLUÇÃO DO MUNICÍPIO NO ENSINO FUNDAMENTAL NOS ANOS INICIAIS NA REDE MUNICIPAL. 68

GRÁFICO 4-2. COMPARAÇÃO DAS REGIÕES, ESTADO E PAÍS, NO ANO DE 2023 - ENSINO FUNDAMENTAL NOS ANOS INICIAIS NA REDE MUNICIPAL. 68

GRÁFICO 4-3. EVOLUÇÃO DO MUNICÍPIO NO ENSINO FUNDAMENTAL NOS ANOS FINAIS NA REDE MUNICIPAL. 69

GRÁFICO 4-4. COMPARAÇÃO DAS REGIÕES, ESTADO E PAÍS, NO ANO DE 2023 - ENSINO FUNDAMENTAL NOS ANOS FINAIS NA REDE MUNICIPAL. 69

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

APDH - Avaliação Preliminar de Disponibilidade Hídrica

CEURH - Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos

CMHJS - Conselho Municipal de Habitação de Jaraguá do Sul

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

DCM - Detector de Cloro Gás

DQO - Demanda Química de Oxigênio

EAT - Elevatória de Água Tratada

ERAT - Estação de Recalque de Água Tratada

ETA - Estação de Tratamento de Água

FDS - Ficha de Dados de Segurança de Produtos Químicos

FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos

FMHIS - Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IHM - Interface Homem-Máquina

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

OMS - Organização Mundial da Saúde

PAC - Policloreto de Alumínio

PIB - Produto Interno Bruto

PHRN - Política Nacional de Recursos Hídricos

PLHIS - Plano Local de Habitação de Interesse Social

PME - Plano Municipal de Educação

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico

PSA - Plano de Segurança da Água

SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto

SINISA - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

1 INTRODUÇÃO

O Plano de Segurança da Água (PSA) é um documento que descreve os métodos e as ações para a gestão do abastecimento de água para o consumo humano, contemplando aspectos referentes à captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, indicando também ações preventivas e corretivas de proteção à saúde coletiva e ao meio ambiente (ABNT NBR 17.080:2023).

O PSA é um importante instrumento para a identificação de possíveis deficiências no sistema de abastecimento de água, organizando e estruturando o sistema para minimizar a chance de incidentes. Estabelece, ainda, planos de contingência para responder a falhas no sistema ou eventos imprevistos, que podem ter um impacto na qualidade da água, como as severas secas, fortes chuvas ou inundações. Trata-se de uma ferramenta de gestão de riscos, com o foco no consumidor da água, que deve receber água segura e de qualidade.

A elaboração de um Plano de Segurança da Água (PSA) é uma estratégia essencial para assegurar a qualidade da água destinada ao consumo humano, protegendo a saúde pública e garantindo o cumprimento dos requisitos legais e normativos. O PSA é um documento que abrange todas as etapas do sistema de abastecimento de água, desde a captação na fonte até o consumidor final, promovendo uma abordagem sistemática e preventiva para a gestão de riscos associados à contaminação da água (WHO, 2004).

Essa abordagem, recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), é fundamentada no princípio da gestão de risco, que identifica, avalia e controla potenciais perigos químicos, físicos, biológicos e radiológicos (Funasa, 2014). No Brasil, a Portaria GMM/MS nº 888/2021, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde, no Capítulo VIII e Art. 49 reforça que a autoridade de saúde pública poderá exigir dos responsáveis pelo sistema de abastecimento de água a elaboração e implementação de um Plano de Segurança da Água (PSA), conforme a metodologia e o conteúdo preconizados pela Organização Mundial da Saúde ou definidos em diretrizes do Ministério da Saúde, para fins de gestão preventiva de risco à saúde.

O desenvolvimento de um PSA envolve a participação de diversos atores, como gestores de recursos hídricos, operadores de sistemas de abastecimento, órgãos

reguladores e a comunidade. Essa integração garante a identificação precisa dos pontos críticos de controle e das medidas preventivas necessárias para mitigar os riscos. Além disso, o plano requer a constante revisão e atualização para se adequar às mudanças nos cenários ambientais, operacionais e regulatórios (WHO, 2017).

O estado de Santa Catarina possui um regulamento específico para o serviço de abastecimento de água para consumo humano, sendo disposto no Decreto Nº 1.846, de 20 de dezembro de 2018, onde no Capítulo I, Art. 6º, descreve a necessidade de elaboração de um Plano de Segurança da Água pelo prestador de serviços de abastecimento de água.

Desta forma, a equipe do SAMAE de Jaraguá do Sul vislumbrou a necessidade de elaboração e implantação do PSA para o sistema de abastecimento municipal, de modo que sejam abordados os princípios e conceitos para um adequado gerenciamento de risco, em especial nos princípios de múltiplas barreiras, nas boas práticas para operação, na análise de perigo e pontos críticos de controle, da análise de risco, dentre outras metodologias que se fizerem necessário para o cumprimento das premissas do Plano de Segurança da Água.

Os trabalhos foram desenvolvidos a partir da formação de uma equipe multidisciplinar composta por engenheiros e especialistas em sistemas de abastecimento de água, em conjunto com a equipe técnica e administrativa, com apoio da diretoria do SAMAE.

O presente Plano de Segurança da Água tem como objetivo principal garantir a continuidade e a qualidade dos processos de produção, tratamento e reservação de água para o município de Jaraguá do Sul/SC, minimizando os impactos de eventos adversos e otimizando os processos operacionais.

2 METODOLOGIA

Para a elaboração e desenvolvimento do Plano de Segurança da Água do município de Jaraguá do Sul, todas as recomendações foram seguidas através do Guia Prático para o Desenvolvimento de Planos Municipais de Segurança da Água, elaborado pela Agência das Bacias PCJ e pelos Comitês PCJ bem como seguindo as informações contidas na ABNT NBR 17.080:2023 – Plano de Segurança da Água – Princípios e diretrizes para elaboração e implementação.

A metodologia adotada engloba visitas em campo bem como análise e revisão das informações sobre as condições da água na região, a identificação das fontes de água, das ameaças e riscos potenciais à sua segurança e a análise da demanda e uso da água, contemplando as seguintes etapas:

- Preparação para o desenvolvimento do Plano de Segurança da Água;
- Avaliação do sistema de abastecimento de água;
- Validação das informações e descrição atual do sistema;
- Identificação de pontos de controle crítico;
- Identificação de medidas de controle;
- Estabelecimento de limites de referência;
- Definição dos procedimentos de monitoramento e controle;
- Elaboração de um plano de emergência/contingência;
- Desenvolvimentos dos planos e programas;
- Desenvolvimento de planos de ação para gestão do PSA;
- Realização de audiências públicas.

CAPÍTULO I

3 FORMAÇÃO DE EQUIPE E CRONOGRAMA

3.1 EQUIPE DA CONTRATADA

Para realização do escopo dos serviços descritos no Termo de Referência, parte integrante do contrato acima citado, os profissionais envolvidos pela empresa A2N Engenharia são apresentados na Tabela 3-1.

Tabela 3-1. Equipe Técnica da Empresa A2N Engenharia

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO
ANDERSON ASSIS NOGUEIRA	ENGENHEIRO AMBIENTAL (COORDENADOR)
THIAGO FURLAN PENATTI	ENGENHEIRO CIVIL
RAFAEL MANFRINATO DE OLIVEIRA	ENGENHEIRO CIVIL
THAIS AMORIM PEREIRA GIUDICE	ENGENHEIRA QUÍMICA E CIVIL
MAYGA DE MUCIO SHIRASAWA	ENGENHEIRA CIVIL

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Na sequência serão apresentadas as funções de cada integrante da equipe:

3.1.1 ENGENHEIRO AMBIENTAL - ANDERSON ASSIS NOGUEIRA

Profissional graduado em Engenharia Ambiental, ficará responsável pelo planejamento, organização, coordenação, orientação e supervisão de toda a equipe técnica, para o bom desenvolvimento dos serviços.

Além da coordenação esse profissional auxiliará nas etapas:

- Desenvolvimento dos planos e programas para implantação das medidas de controle e melhorias;
- Desenvolvimento de planos de ação para gestão do PSA;
- Realização de audiências públicas.

3.1.2 ENGENHEIRO CIVIL - THIAGO FURLAN PENATTI

O profissional ficará responsável pelo levantamento de dados em campo e desenvolvimento de atividades referente a elaboração do PSA.

Além das atividades listadas acima, este profissional também irá contribuir de forma mais enfática no desenvolvimento das seguintes etapas do PSA:

- Avaliação do sistema de abastecimento de água;
- Definição dos procedimentos de monitoramento e controle;
- Elaboração de um plano de emergência/ contingência;
- Desenvolvimento dos planos e programas para implantação das medidas de controle e melhorias;
- Desenvolvimento de planos de ação para gestão do PSA;
- Realização de audiências públicas.

3.1.3 ENGENHEIRO CIVIL - RAFAEL MANFRINATO DE OLIVEIRA

O profissional ficará responsável pelo levantamento de dados em campo e desenvolvimento de atividades referente a elaboração do PSA.

Além das atividades listadas acima, este profissional também irá contribuir de forma mais enfática no desenvolvimento das seguintes etapas do PSA:

- Avaliação do sistema de abastecimento de água;
- Validação das informações e descrição atual do sistema;
- Identificação de pontos de controle crítico;
- Definição dos procedimentos de monitoramento e controle;
- Elaboração de um plano de emergência/ contingência;
- Desenvolvimento dos planos e programas para implantação das medidas de controle e melhorias;

- Desenvolvimento de planos de ação para gestão do PSA;
- Realização de audiências públicas.

3.1.4 ENGENHEIRA QUÍMICA E CIVIL - THAÍS AMORIM PEREIRA GIUDICE

A profissional graduada em Engenharia Química e Engenharia Civil, ficará responsável pelo desenvolvimento de atividades referente a análises de qualidade e elaboração do PSA.

Além das atividades listadas acima, este profissional também irá contribuir de forma mais enfática no desenvolvimento das seguintes etapas do PSA:

- Identificação de pontos de controle crítico;
- Identificação de medidas de controle;
- Estabelecimento dos limites de referência;
- Definição dos procedimentos de monitoramento e controle;
- Elaboração de um plano de emergência/ contingência;
- Desenvolvimento dos planos e programas para implantação das medidas de controle e melhorias;
- Desenvolvimento de planos de ação para gestão do PSA;
- Realização de audiências públicas.

3.1.5 ENGENHEIRA CIVIL - MAYGA DE MUCIO SHIRASAWA

A profissional graduada em Engenharia Civil, ficará responsável pelo desenvolvimento de atividades referente à elaboração do PSA.

Além das atividades listadas acima, este profissional também irá contribuir de forma mais enfática no desenvolvimento das seguintes etapas do PSA:

- Avaliação do sistema de abastecimento de água;
- Validação das informações e descrição atual do sistema;

- Identificação de pontos de controle crítico;
- Elaboração de um plano de emergência/ contingência;
- Desenvolvimento dos planos e programas para implantação das medidas decontrole e melhorias;
- Desenvolvimento de planos de ação para gestão do PSA;

3.2 EQUIPE DA CONTRATANTE

O grupo de acompanhamento e aprovação dos trabalhos, será de responsabilidade do SAMAE, composta pelos seguintes profissionais conforme Tabela 3-2:

Tabela 3-2. Equipe Técnica SAMAE.

PROFISSIONAL	CARGO
TUHÃ SCHMITT DO EVANGELHO	DIRETOR TÉCNICO
ANDRESSA LUIZA F. ROBERTO	TÉCNICA AMBIENTAL
RAFAEL JUNGTON	COORDENADOR DE LABORATÓRIO
HERICSON MENEGHELLI	COORDENADOR DE ETA

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

3.3 CRONOGRAMA

Na Tabela 3-3 abaixo é apresentado o cronograma físico inicial para a execução das atividades pela A2N Engenharia.

Tabela 3-3. Cronograma físico Inicial.

ETAPAS	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	MÊS 7	MÊS 8
	28/11/2024	28/12/2024	27/01/2025	26/02/2025	28/03/2025	27/04/2025	27/05/2025	26/06/2025
ETAPA 1								
ETAPA 2								
ETAPA 3								
ETAPA 4								

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

A seguir, são apresentadas as atividades que estão contempladas em cada Etapa.

- ETAPA 01: Avaliação do sistema de abastecimento de água e validação das informações e descrição atual do sistema.
- ETAPA 02: Identificação de pontos de controle crítico e de medidas de controle, estabelecimento dos limites de referência edefinição dos procedimentos de monitoramento e controle.
- ETAPA 03: Elaboração de plano de emergência/ contingência, desenvolvimento dos planos e programas para implantação das medidas de controle e desenvolvimento de planos de ação para gestão do PSA.
- ETAPA 04: Realização de audiências públicas e relatório final consolidado

CAPÍTULO II

4 LEVANTAMENTO DE DADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO

4.1.1 HISTÓRIA DO MUNICÍPIO

Uma síntese da história do município de Jaraguá do Sul é descrita na sequência.

Localizado em Santa Catarina, o município começou sua colonização no século XIX, em terras dotais da Princesa Isabel e do Conde d'Eu. Em 1875, Emílio Carlos Jourdan iniciou a medição das terras, desenvolvendo ali o "Estabelecimento Jaraguá", com engenhos e serrarias. Em 1895, após disputas territoriais e políticas, Jourdan vendeu a concessão, e o povoado passou por diferentes administrações, incluindo Joinville.

A vila de Jaraguá prosperou principalmente com a construção da ferrovia em 1910, que incentivou o comércio e a circulação de produtos. Em 1934, a cidade se emancipou de Joinville, sendo oficialmente instituída como município. Em 1943, foi renomeada para Jaraguá do Sul.

Hoje, Jaraguá do Sul é uma das principais cidades de Santa Catarina, é um vale verde cercado por montanhas cobertas de matas, onde se sobressai o Morro Boa Vista (cartão postal da cidade), com forte economia industrial nos setores de metalmecânica, malhas, confecções, móveis, chapéus, gêneros alimentícios, essências, cosméticos, além de componentes eletrônicos e informática.

A cidade preserva sua herança multicultural, com raízes alemãs, italianas e húngaras, destacadas em eventos como a Schützenfest e em associações culturais. Jaraguá do Sul também investe em turismo cultural, com centros como a SCAR e a Arena Jaraguá, e mantém uma excelente estrutura educacional.

4.1.2 ASPECTOS FÍSICOS E TERRITORIAIS

4.1.2.1 Localização

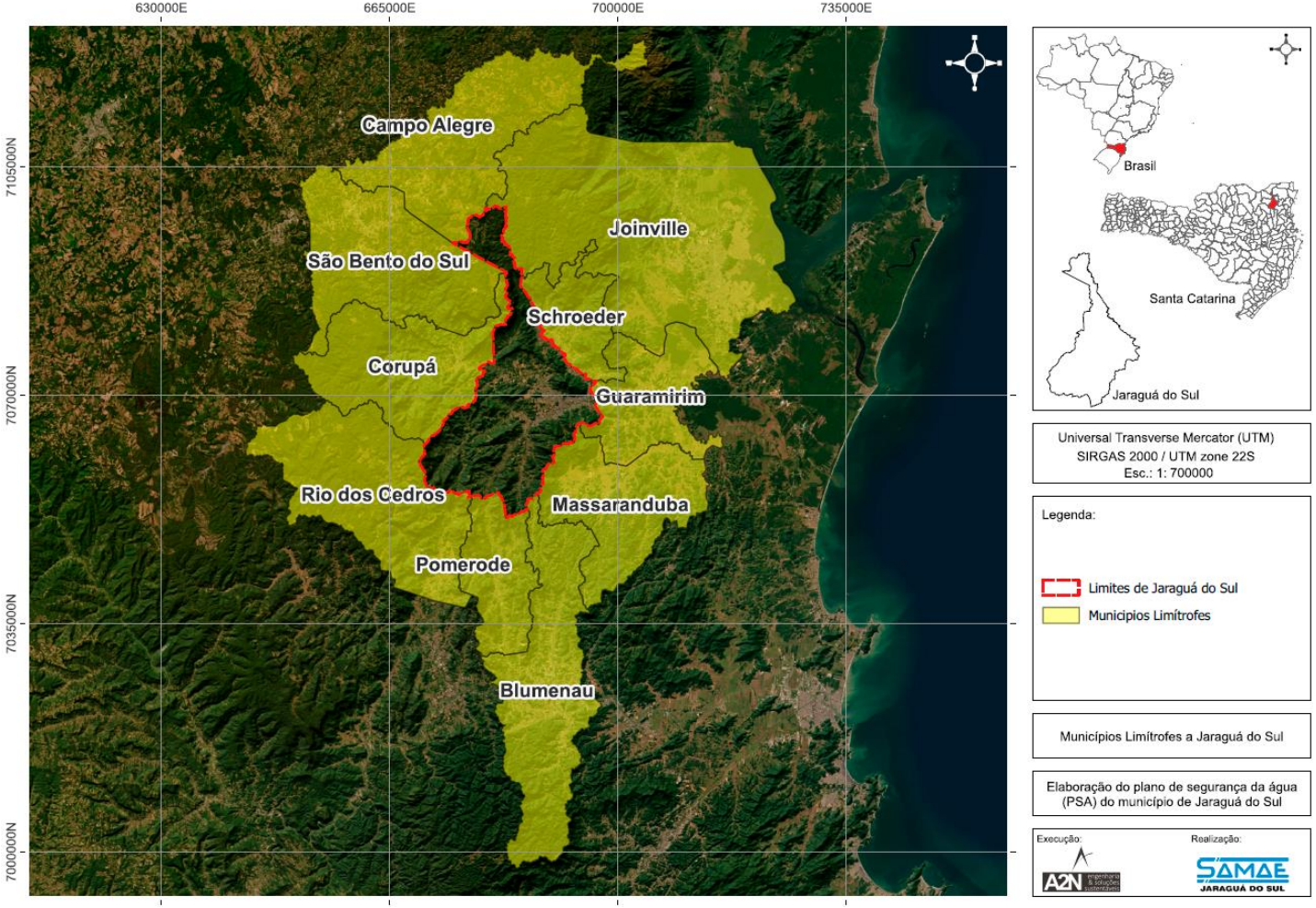
O município de Jaraguá do Sul está localizado ao norte do Estado de Santa Catarina, a uma a uma latitude 26º28'53" sul e a uma longitude 69º5'51" oeste e a uma altitude nesse ponto de 33 metros acima do nível do mar.

O município de Jaraguá do Sul possui uma área de 530,894 km² tendo como limites os seguintes municípios, apresentados na Figura 4-1 e APÊNDICE I.

- **Oeste**: Corupá e São Bento do Sul;
- **Norte**: Campo Alegre e Joinville;
- **Leste**: Schroeder, Guaramirim e Massaranduba;
- **Sul**: Blumenau, Pomerode e Rio dos Cedros.

.

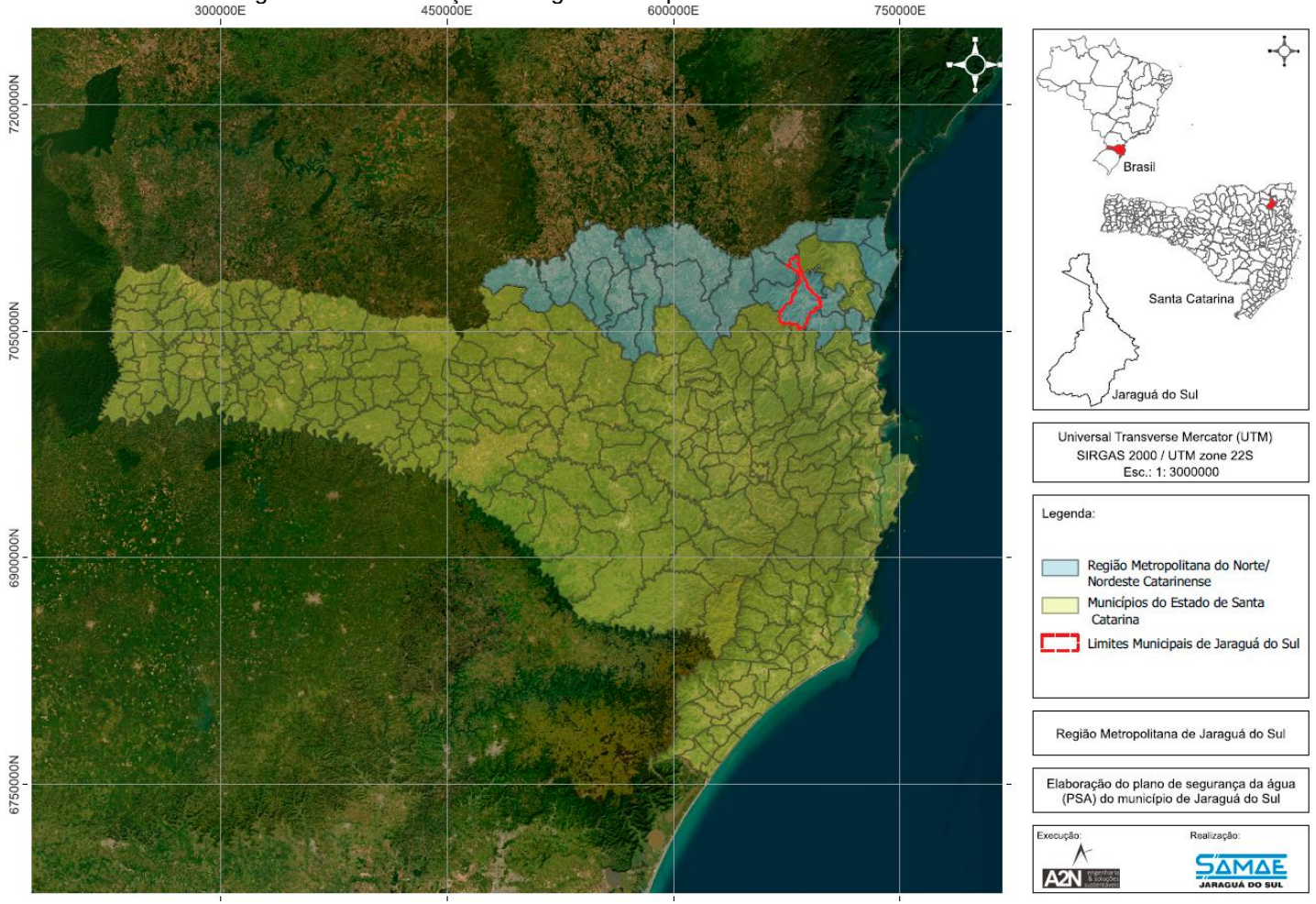
Figura 4-1. Municípios limítrofes de Jaraguá do Sul



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

O município de Jaraguá do Sul faz parte da região metropolitana do norte/nordeste catarinense, com sede no município de Joinville, que possui sua área de expansão metropolitana formada pelos municípios: Balneário de Barra do Sul, Barra Velha, Bela Vista do Toldo, Campo Alegre, Canoinhas, Corupá, Garuva, Guaramirim, Ireneópolis, Itaiópolis, Itapoá, Jaraguá do Sul, Mafra, Major Vieira, Massaranduba, Monte Castelo, Papanduva, Porto União, Rio Negrinho, São Bento do Sul, São Francisco do Sul, São João do Itaperiú, Schroeder e Três Barras. Compõem o Núcleo Metropolitano os municípios de Joinville e Araquari, conforme apresentado na Figura 4-2 e APÊNDICE II.

Figura 4-2. Localização da região metropolitana do norte/nordeste catarinense



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.1.2.2 Acessos ao município

Jaraguá do Sul, possui acesso viário bem estruturado, especialmente para quem sai das principais capitais do sul do Brasil, como Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre.

- Saindo de Curitiba (PR), através da BR-101, SC-418 (conhecida como Serra Dona Francisca), ou BR-376, SC-417 e SC-416, a distância entre os municípios é de aproximadamente 115 km;
- Saindo de Florianópolis (SC), através da BR-101, BR-280, a distância entre os municípios é de aproximadamente 180km;
- Saindo de Porto Alegre (RS), através da BR-290, BR-101 e BR-280, a distância entre os municípios é de aproximadamente 500km.

O acesso ao município também pode ser realizado pelo aeroporto de Joinville (Lauro Carneiro de Loyola), o qual dista aproximadamente 50 km de Jaraguá do Sul, é o aeroporto mais próximo, com voos regulares para centros, como São Paulo. O trajeto até a cidade pode ser realizado pela BR-101 e BR-280.

O aeroporto de Blumenau, está 54 km distante de Jaraguá do Sul, está apto para pouso e decolagem de aeronaves de pequeno porte, como aviões a jato e modelos particulares. O trajeto até a cidade pode ser realizado pela rodovia SC-108.

O aeroporto de Navegantes, está 80 km distante de Jaraguá do Sul, e também é uma alternativa com boas conexões nacionais. O trajeto até a cidade pode ser realizado também pelas BR-101 e 280.

E o aeroporto de Florianópolis (Hercílio Luz), oferece voos internacionais, e oferece uma maior quantidade de voos, e fica cerca de 180 km da cidade, e também é a acessível pelas BR-101 e 280.

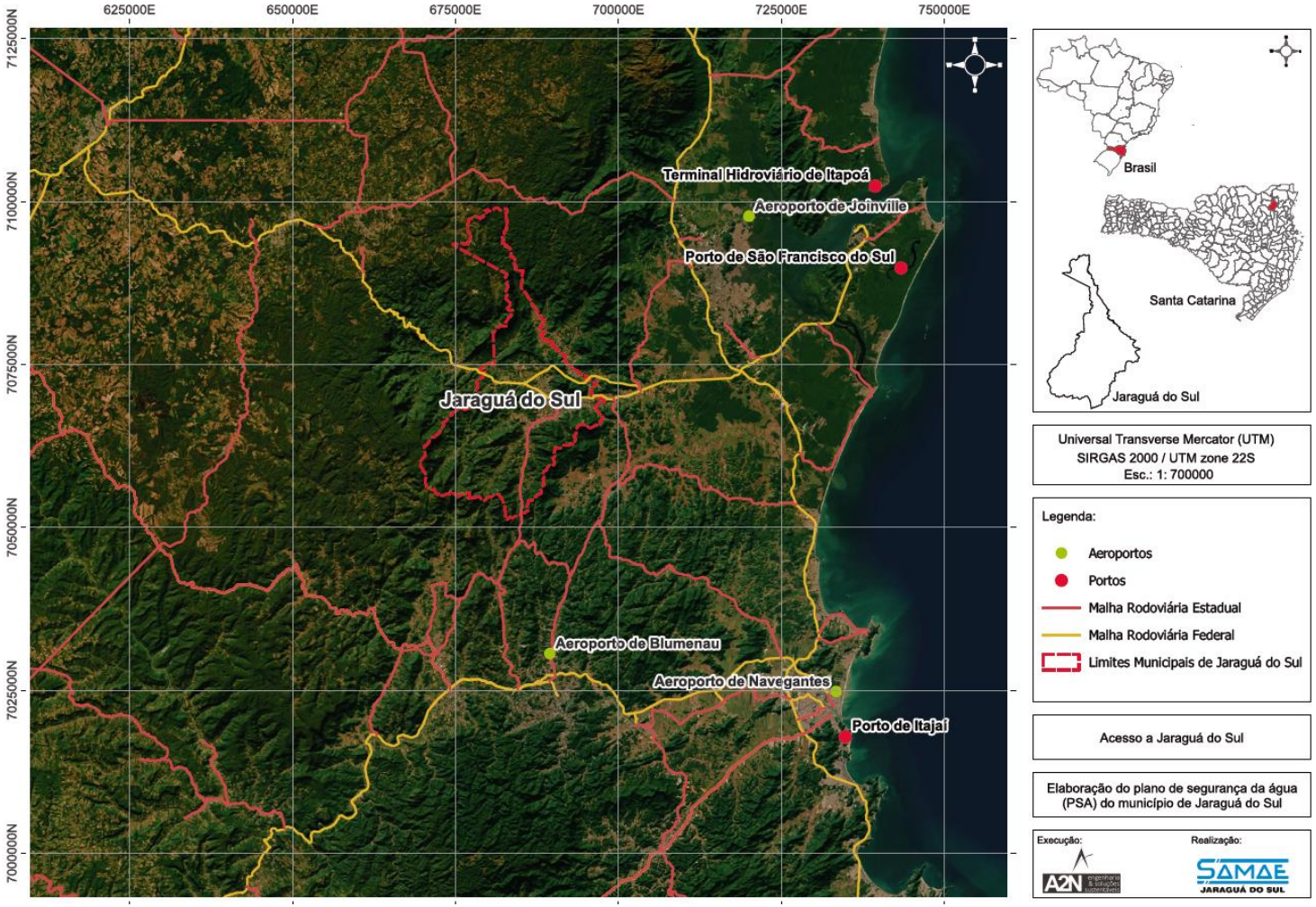
Vale destacar que Jaraguá do Sul é cortado por uma linha ferroviária administrada pela Rumo Logística, que conecta a cidade ao porto de São Francisco do Sul e ao interior do estado. No entanto essa linha é voltada apenas para o transporte de cargas, especialmente produtos agrícolas e industriais, e não oferece serviço de passageiros.

O município de São Francisco do Sul, o qual está localizado a cerca de 70 km de Jaraguá do Sul, possui um porto, que é um importante ponto logístico para a região.

Empresas que operam no município utilizam esse terminal para exportação e importação de mercadorias. O porto não oferece transporte de passageiros.

Estas são as principais opções de acesso para o município de Jaraguá do Sul, seja por vias terrestres, aeroportos próximos ou vias marítimas para transporte de cargas (Figura 4-3 e APÊNDICE III).

Figura 4-3. Acessos ao município de Jaraguá do Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.1.2.3 Clima

O clima desempenha um papel fundamental na elaboração do Plano de Segurança da água, pois afeta diretamente a disponibilidade, demanda e a qualidade da água em uma determinada região. Portanto, foram consideradas as caraterísticas e mudanças climáticas para garantir uma gestão sustentável e eficiente da água para o município de Jaraguá do Sul.

A classificação climática de *Köppen-Geiger*, mais conhecida por classificação climática de *Köppen*, é um dos sistemas de classificação global dos tipos climáticos utilizada em geografia, climatologia e ecologia.

Ela é baseada no pressuposto, com origem na fitossociologia e na ecologia, de que a vegetação natural de cada grande região da Terra é essencialmente uma expressão do clima nela prevalecente. Além disso, são considerados a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação na determinação dos tipos climáticos de *Köppen-Geiger*.

O clima de Jaraguá do Sul é classificado como Cfa, ou seja, temperado, sem estação seca e verão quente.

4.1.2.4 Temperaturas

A estação de monitoramento do clima oficial mais próxima ao município de Jaraguá do Sul está localizada no município de Rio Negrinho, sendo ela denominada A862 – Rio Negrinho. Para o último ano (janeiro a dezembro de 2023), o ponto de monitoramento teve uma temperatura média anual de 17,5 ºC, sendo a média máxima de 29,5 ºC e a média mínima de 7,1 ºC. Na Tabela 4-1 é possível observar o registro mensal da temperatura no ponto analisado.

Tabela 4-1. Dados da temperatura na estação A862 no ano de 2023.

ANO	PRECIPITAÇÃO (mm)	TEMPERATURA (ºC)		
		MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA
JANEIRO	234,2	30,1	10,9	20,2
FEVEREIRO	212,6	29,2	11,5	20,1
MARÇO	111,2	30,7	13,9	20,4
ABRIL	98,0	28,1	4,5	16,8
MAIO	21,4	26,1	3,2	15,4
JUNHO	125,2	24,2	2,2	13,1
JULHO	114,6	24,3	1,8	13,2
AGOSTO	90,2	30,0	4,1	14,5
SETEMBRO	145,2	33,1	5,5	17,7
OUTUBRO	334,8	29,3	10,2	17,0
NOVEMBRO	96,8	35,4	4,9	19,2
DEZEMBRO	27,0	33,9	13,0	22,1

Fonte: INMET, 2024.

4.1.2.5 Chuvas

O clima determina a quantidade e a distribuição da precipitação em uma área. A quantidade de água que entra no sistema hídrico por meio da precipitação é um fator-chave na disponibilidade de recursos hídricos. Regiões com alta precipitação podem ter maior disponibilidade de água, enquanto áreas com baixa precipitação podem enfrentar escassez hídrica.

O clima está passando por mudanças significativas devido às atividades humanas, como o aumento das emissões de gases de efeito estufa. Essas mudanças podem levar a variações no padrão de chuvas, aumento da temperatura média, eventos climáticos extremos e outras alterações que afetam a disponibilidade e a demanda de água. Considerar essas mudanças climáticas ao desenvolver um Plano de Segurança da Água é fundamental para garantir a resiliência do sistema hídrico no longo prazo.

Analisando os dados pluviométricos das estações D2999 (Bombeiros Centro), D3004 (SAMAE Ilha da Figueira), B3005 (SAMAE Água Verde) e B3001 (Bombeiros do Nereu Ramos) disponíveis no INMET, para os meses de janeiro de 2024 à outubro de 2024, o município de Jaraguá do Sul teve uma precipitação média anual (no período analisado) de 1.187,40 mm. Na Tabela 4-2 é possível observar o registro mensal analisado.

Tabela 4-2. Registros mensais de precipitação em Jaraguá do Sul

MESES	PRECIPITAÇÃO (MM) - ANO DE 2024										
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	MÉDIA TOTAL
D2999 (BOMBEIROS DO CENTRO)	353,80	258,20	0,00	0,00	217,60	52,60	0,00	24,80	0,00	0,00	-
D3004 (SAMAE ILHA DA FIGUEIRA)	447,60	281,20	0,00	0,00	259,20	65,80	0,00	31,60	122,00	173,80	-
D3005 (SAMAE ÁGUA VERDE)	390,40	293,80	0,00	0,00	228,80	52,80	0,00	0,00	0,00	0,00	-
D3001 (BOMBEIROS DO NEREU RAMOS)	426,00	335,80	0,00	0,00	250,60	62,60	237,60	36,20	146,80	0,00	-
MÉDIA	**404,45**	**292,25**	**0,00**	**0,00**	**239,05**	**58,45**	**59,40**	**23,15**	**67,20**	**43,45**	**1.187,40**

Fonte: INMET, 2024.

4.1.2.6 Geologia, geomorfologia e pedologia

A elaboração do PSA envolve uma análise de diversos fatores que podem impactar a qualidade e a disponibilidade da água em uma região. As características geológicas, geomorfológicas e pedológicas têm uma influência significativa nesse processo, uma vez elas determinam aspectos fundamentais como a distribuição de recursos hídricos, a vulnerabilidade da água a contaminações e os métodos mais adequados para o manejo e proteção dos corpos d´água.

4.1.2.6.1 Geologia

A geologia do município de Jaraguá do Sul segundo informações disponíveis pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2014) tem em sua composição geológica basicamente quatorze formações, sendo elas apresentadas na Tabela 4-3, com suas respectivas áreas.

Tabela 4-3. Áreas das unidades geológicas no município de Jaraguá do Sul.

NOME DA UNIDADE	ÁREA (Km²)
GNAISSES GRANULÍTICOS LUÍS ALVES	184,79
ORTOGNAISSE POMERODE	142,21
DEPÓSITOS COLÚVIO-ALUVIONARES	70,84
RIO DA LUZ	66,43
GRANITO CORUPÁ	22,15
CAMPO ALEGRE, TRAQUITO E QUARTZO-TRAQUITO	16,35
CAMPO ALEGRE, RITMITO	8,85
RIO DO TURVO, RIOLITO E IGNIMBRITO	5,41
BATEIAS, CONGLOMERADO	4,31
CAMPO MOURÃO	4,24
CAMPO ALEGRE, BASALTO	3,65
CONGLOMERADO BAÚ - BACIA DO ITAJAÍ	1,00
RIO DO TURVO, PELITO, TUFO E IGNIMBRITO	0,58
DEPÓSITOS ALUVIONARES	0,07

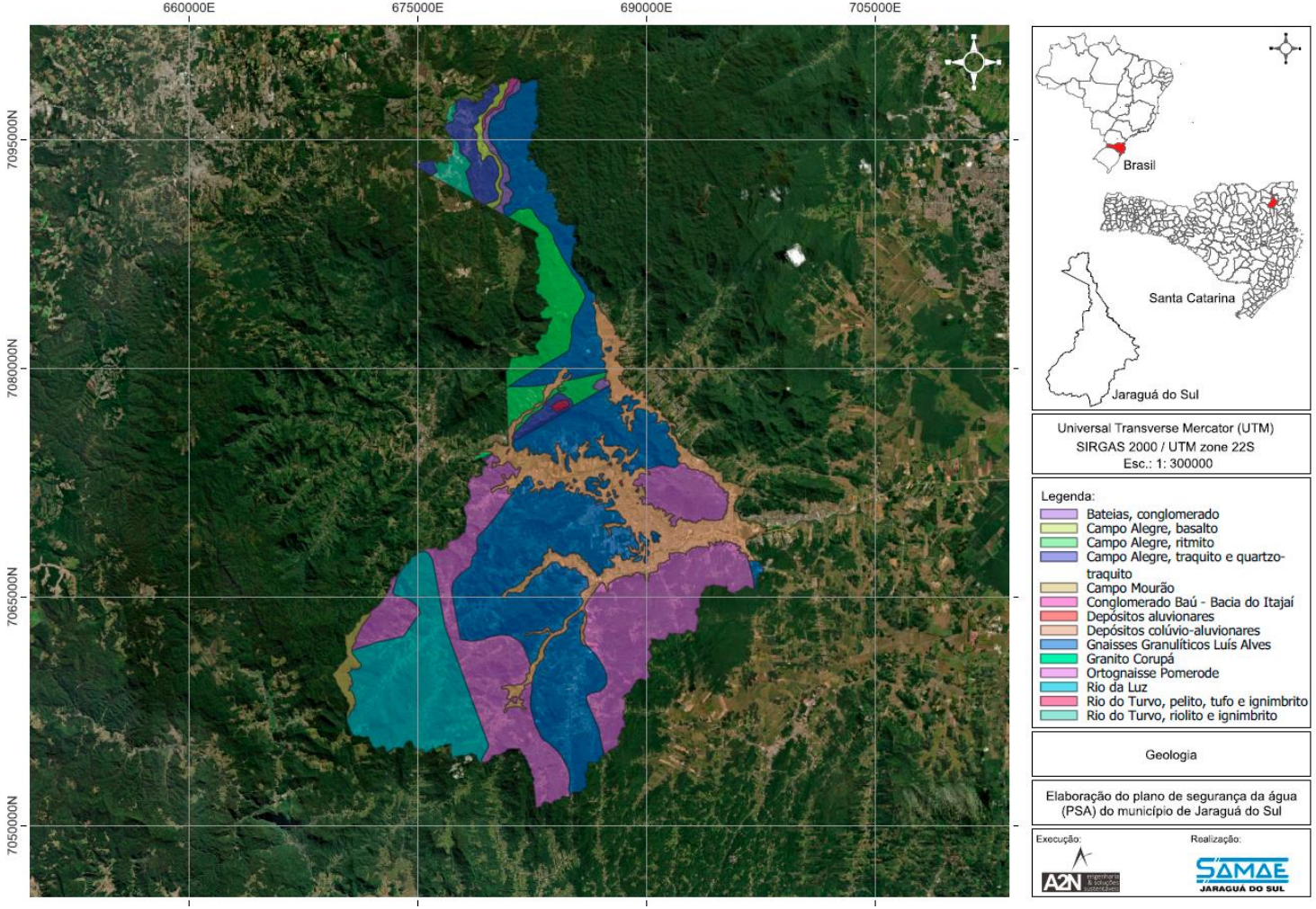
Fonte: Adaptado CPRM, 2014.

As três unidade geológica de maior área são: Gnaisses Granulíticos Luís Alves que é uma rocha metamórfica de idade Arqueana (neoarqueano), que representa unidades muito antigas (idade ente 2.050 a 2.800 anos), Ortognaisse Pomedore também uma rocha metamórfica de idade Proterozóica (riaciano), que representa unidades muito antigas (idade entre 2050 e 2.300 anos) e Depósitos colúvio aluvionares

que é uma rocha sedimentar de idade fanerozóica (cenozóico), que não possuem uma idade fixa, pois podem ser formados em diferentes períodos geológicos.

As unidades geológicas do município de Jaraguá do Sul são apresentadas na Figura 4-4. e APÊNDICE IV.

Figura 4-4. Geologia do município de Jaraguá do Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.1.2.6.2 Geomorfologia

De posse das informações disponíveis no CPRM (2024), o município de Jaraguá do Sul tem em área onze padrões de relevo, sendo eles apresentados na Tabela 4-4, com suas respectivas áreas.

Tabela 4-4. Áreas dos padrões geomorfológicos no município de Jaraguá do Sul

PADRÃO	ÁREA (km²)
DOMÍNIO SERRANO	173,50
ESCARPAS DE BORDA DE PLANALTO	135,74
MORROS BAIXOS	72,37
PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO (VÁRZEAS)	69,20
PLANALTOS CONSERVADOS	40,68
MORROS ALTOS	26,83
ESCARPAS DEGRADADAS, DEGRAUS ESTRUTURAIS E REBORDOS EROSIVOS	8,38
PLANALTOS DISSECADOS	2,13
RAMPAS DE COLÚVIO/ DEPÓSITO DE TÁLUS	1,71
COLINAS	0,31

Fonte: Adaptado CPRM, 2024.

Os quatro padrões de relevo com maior predominância no município são:

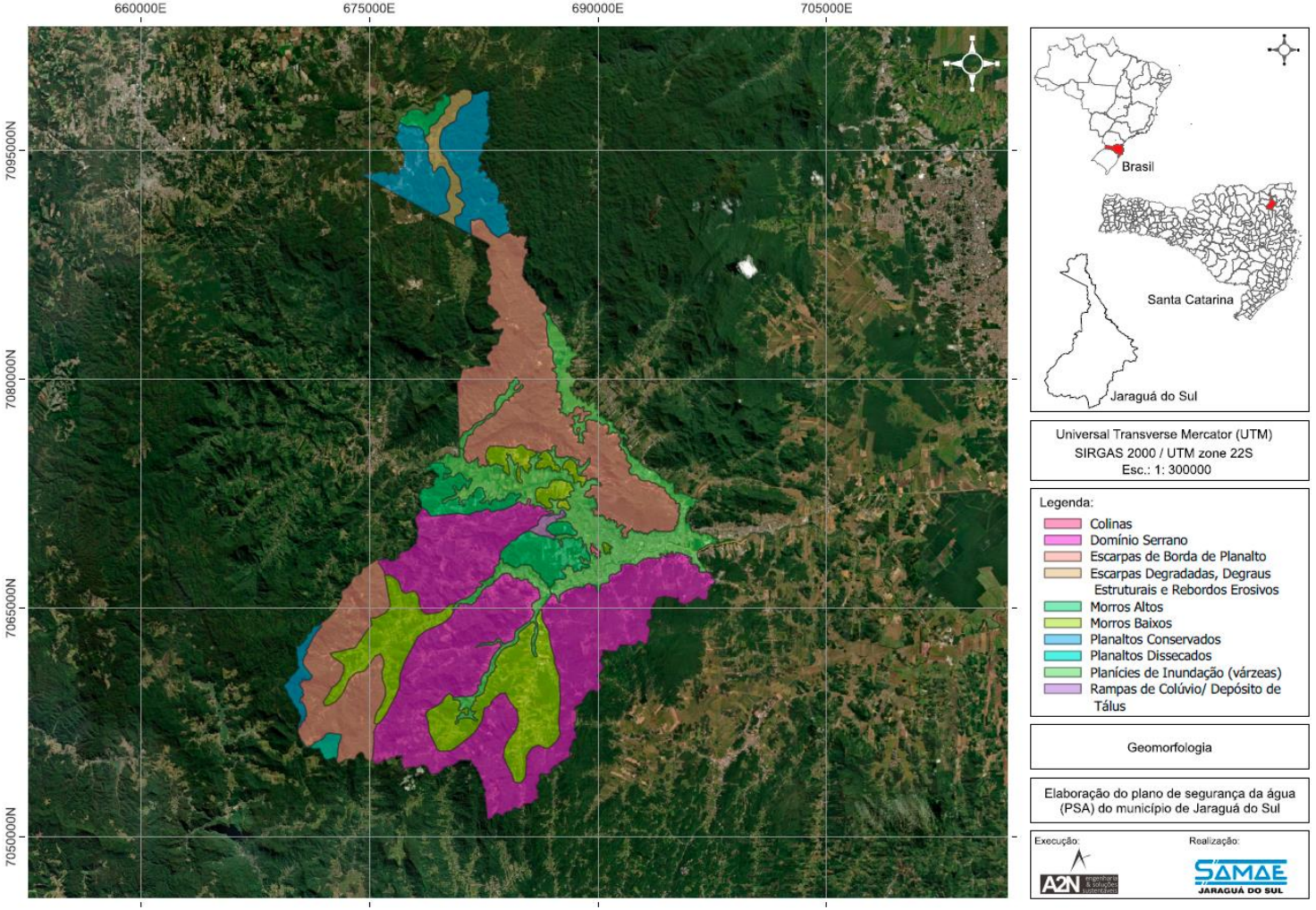
- Domínio Serrano: Relevo de aspecto montanhoso, muito acidentado, apresentando vertentes retilíneas e concavas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e tálus. Alta densidade de drenagem. Predominam vertentes de gradientes elevados com ocorrência esporádica de paredões rochosos subverticais e pães-de-açúcar. Com amplitude de >300m, declividade 20-45º e declividade 36-100%;
- Escarpas de Borda de Planalto: Relevo de aspecto montanhoso, extremamente acidentado, transicional entre distintas unidades geomorfológicas. Apresentam vertentes muito íngremes e dissecadas,

retilíneas a côncavas, paredões rochosos e topos de cristas alinhadas ou aguçadas. Alta densidade de drenagem. Geração de tálus e colúvios nas baixas vertentes. Com amplitude de >300m, declividade 30-45º e declividade 58-100%;

- Morros Baixos: Relevo típico do domínio de “mares-de-morros”, constituídos de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados, com vertentes de gradiente suave a moderado, apresentando moderada densidade de drenagem com padrão dendrítico ou subdendrítico. Com amplitude de 50 a 120m, declividade 5-20º e declividade 9-36%;
- Planícies de Inundação (várzea): Superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos arenosos ou areno-argilosos, bem selecionados, situados nos fundos de vales. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d’água principais. Terrenos imperfeitamente drenados, sendo periodicamente inundáveis. Com amplitude zero, declividade 0-3º e declividade 0-5%.

Os padrões geomorfológicos do município de Jaraguá do Sul são apresentados na Figura 4-5. e APÊNDICE V.

Figura 4-5. Geomorfologia do município de Jaraguá do Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.1.2.6.3 Pedologia

O município de Jaraguá do Sul, possui uma pedologia caracterizada por solos dos tipos cambissolo háplico, cambissolo húmico, cambissolo flúvico e argissolo vermelho-amarelo. Essa composição pedológica influencia diretamente a capacidade de retenção de água, a fertilidade do solo e as práticas agrícolas e de manejo do território.

A Tabela 4-5 apresenta a distribuição de solo no município de Jaraguá do Sul, com base na textura dos solos e sua área correspondente, conforme dados do IBGE (2023).

Tabela 4-5. Distribuição das texturas do solo no município de Jaraguá do Sul.

TEXTURA DO SOLO	ÁREA (km²)
ARGILOSA	54,62
ARGILOSA E ARGILOSA/ MUITO ARGILOSA	13,04
ARGILOSA E MÉDIA	1,69
MÉDIA E ARGILOSA	289,40
MÉDIA/ ARGILOSA	8,32
MÉDIA/ ARGILOSA E ARGILOSA	110,45
SILTOSA E ARGILOSA	15,91

Fonte: Adaptado, IBGE 2023.

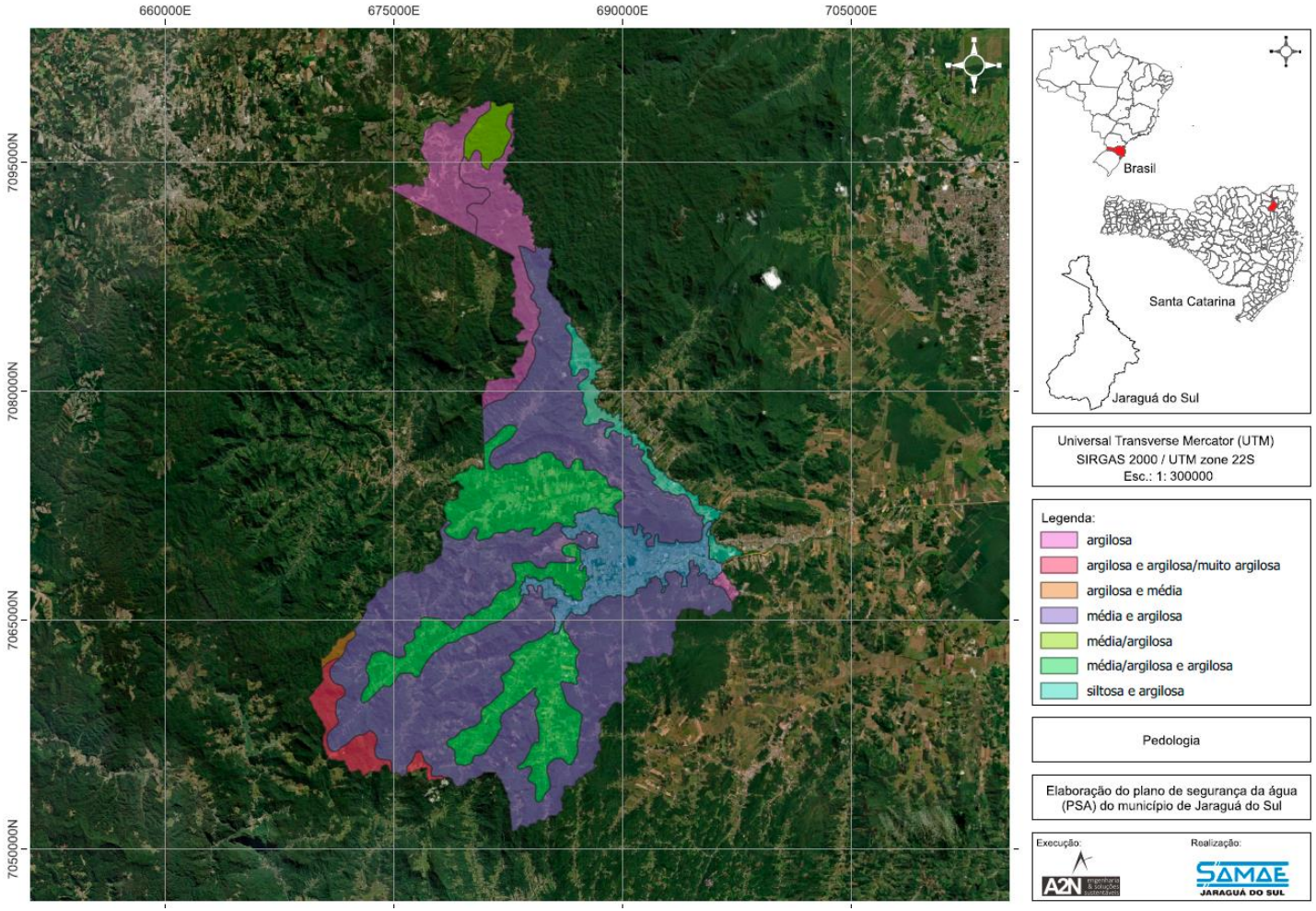
A predominância de solos com textura média e argilosa no município indicam que essas áreas têm características diferentes, como a quantidade de argila, capacidade de reter água e aparência.

Os solos de textura média apresentam certo equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila. Normalmente, apresentam boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e índice médio de erodibilidade adequando-se a todos os métodos de irrigação. Os solos de textura argilosa, apresentam teores de argila superiores a 35% o que resulta em uma baixa permeabilidade e uma grande capacidade de retenção de água. Essa característica é vantajosa para a agricultura irrigada, mas também pode ser um desafio

para drenagem, especialmente em períodos de chuvas intensas. A compactação do solo também pode ocorrer com o uso inadequado da terra, prejudicando a infiltração de água e a circulação de ar.

A Figura 4-6 (APÊNDICE VI) apresenta a pedologia no município de Jaraguá do Sul.

Figura 4-6. Pedologia no município de Jaraguá do Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.1.3 MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

4.1.3.1 Meio ambiente

4.1.3.1.1 Bioma

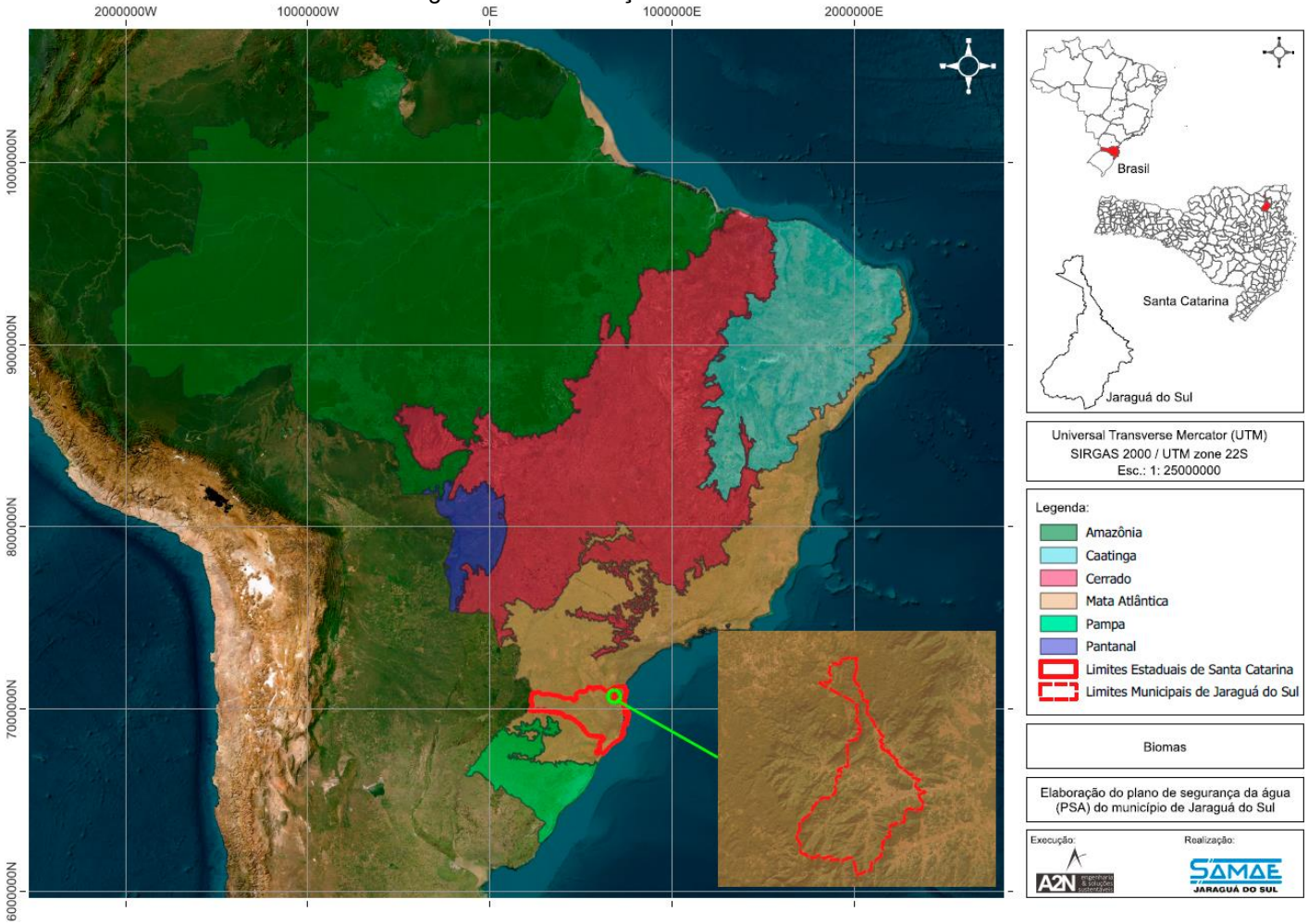
O IBGE educa traz que o bioma é um conjunto de vida vegetal e animal que agrupam tipos de vegetação semelhantes em termos de geologia, clima e formação da paisagem. No Brasil, temos seis biomas principais: Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal. São de grande importância tanto para o país como para o planeta, devido à sua diversidade e riqueza natural.

O município de Jaraguá do Sul de acordo com IBGE (2004) contempla 100% do seu território em Mata Atlântica.

O bioma Mata Atlântica tem-se que é o mais ameaçado. Pois com a crescente da população e economia do país, as florestas foram sendo desmatadas para dar lugar a plantações de cana-de-açúcar, de algodão, de café, entre outros. Atualmente resta pouco mais da vigésima parte da imensa área antes ocupada pela Mata Atlântica. Os principais resquícios estão nas regiões Sul e Sudeste, especialmente na Serra do Mar e na Serra da Mantiqueira – locais de difícil acesso, onde o relevo acabou impedindo a ocupação humana. (EMBRAPA).

A Figura 4-7 (APÊNDICE VII) apresenta a distribuição dos biomas brasileiros, destacando o estado de Santa Catarina onde está localizado o município de Jaraguá do Sul.

Figura 4-7. Distribuição dos biomas no Brasil.



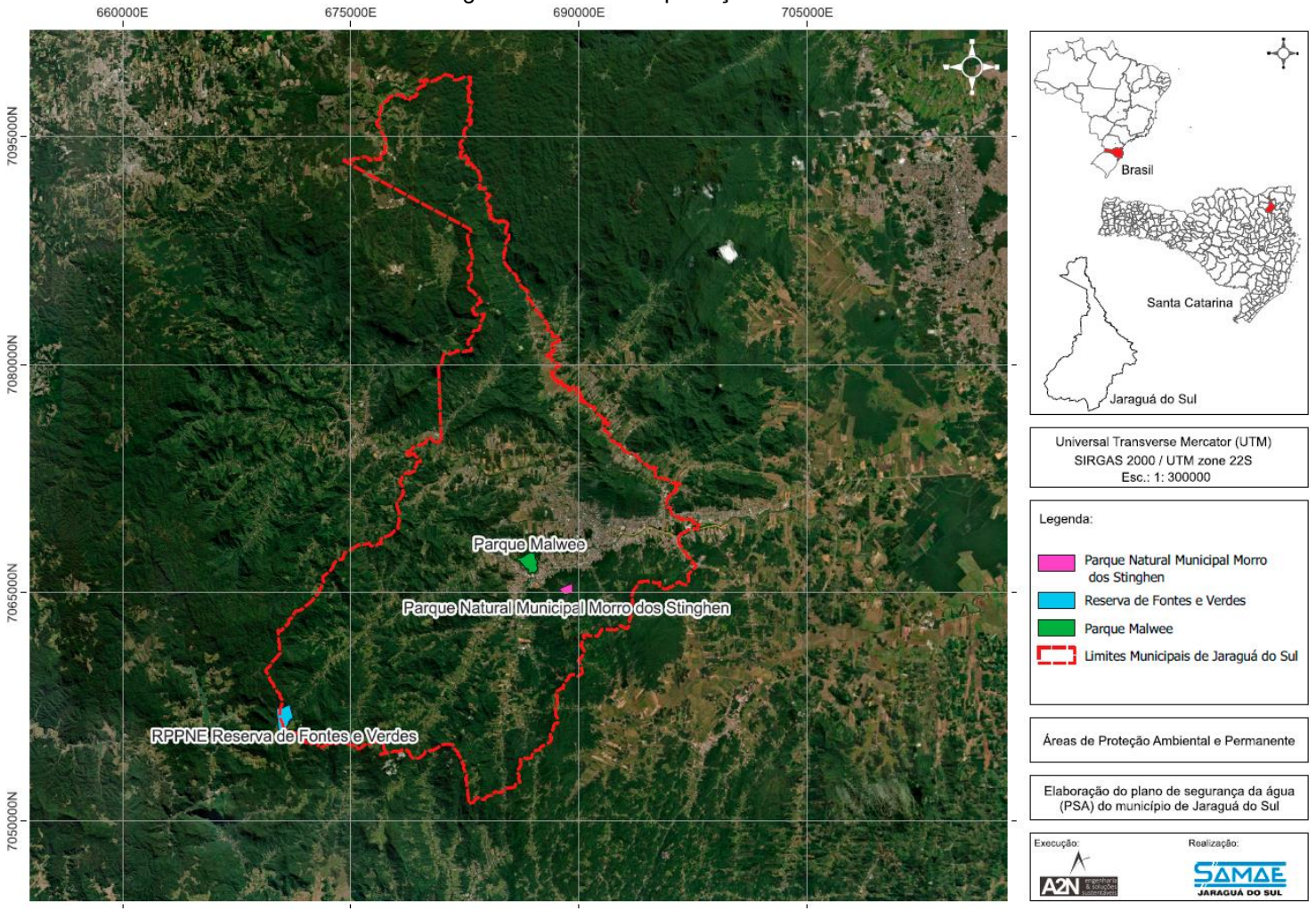
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.1.3.1.2 Áreas de Proteção e Conservação Ambiental

O município conta com áreas de conservação ambiental, como parques e outras áreas protegidas, que são fundamentais para a preservação da biodiversidade local. O Parque Natural Municipal Morro dos *Stinghen* (0,41 km²) é protegido pela lei municipal 7.810/2015 e a Reserva de Fontes Verdes (1,30 km²) foi criado pela Portaria Estadual nº 088/2012, estes são importantes à manutenção dos ecossistemas naturais, a proteção de espécies ameaçadas e o controle da degradação ambiental.

O município também possui o Parque Malwee, que é intitulado como uma das maiores áreas de preservação ambiental de Santa Catarina. Possui 1,5 milhão de metros quadrados, 16 lagoas, mais de 35 mil árvores plantadas e centenas de espécies de aves, conforme ilustrado na Figura 4-8 e APÊNDICE VIII.

Figura 4-8. Áreas de proteção ambiental.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.1.3.2 Recursos hídricos

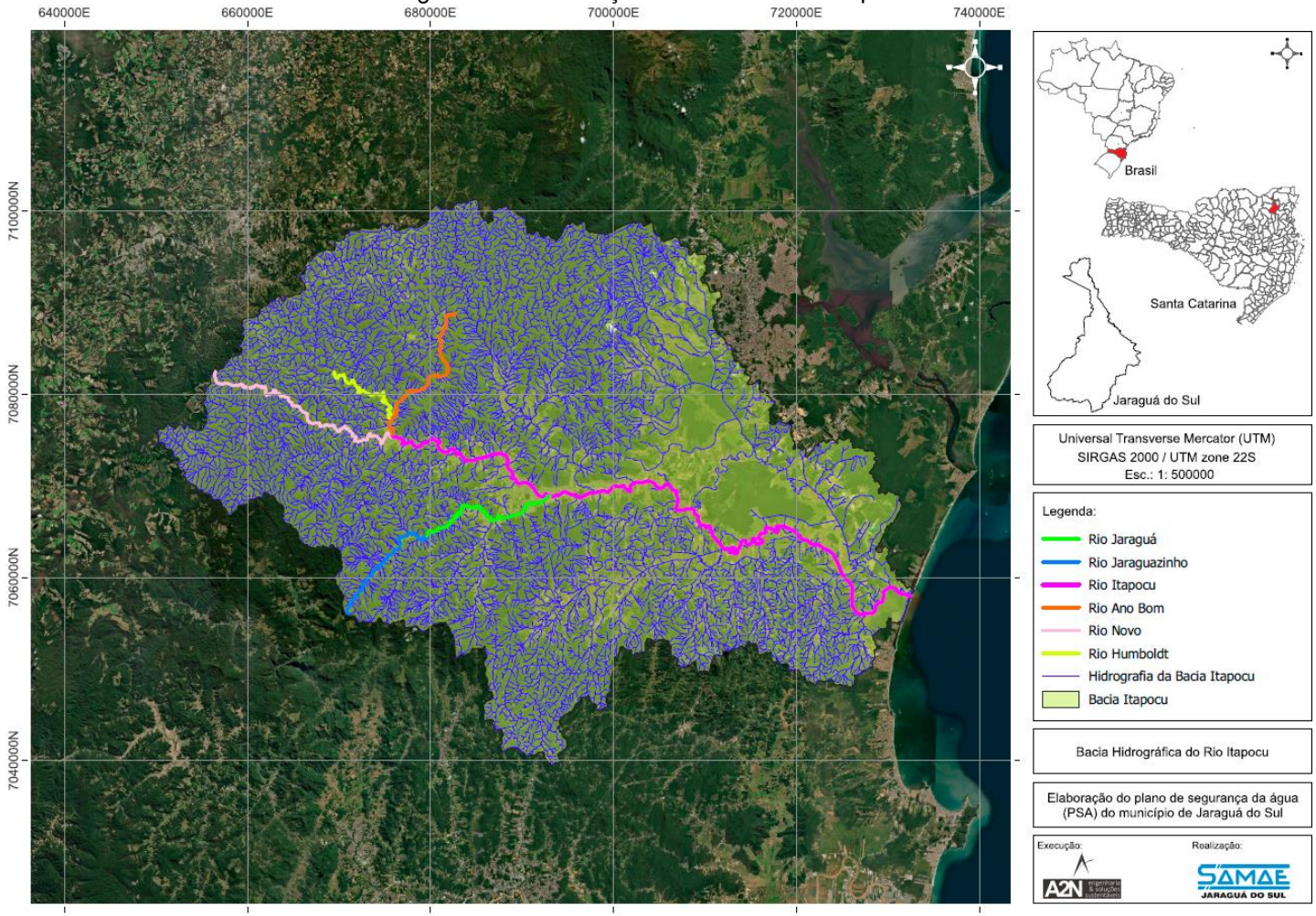
O município de Jaraguá do Sul está inserido em sua totalidade na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (BHI), a qual está localizada na região nordeste de Santa Catarina. Segundo a divisão adotada pela Agência Nacional de Águas (ANA) a bacia pertence à Região Hidrográfica Atlântico Sul e, conforme a subdivisão adotada pelo Estado de Santa Catarina, está situada na Região Hidrográfica 06 da Vertente Atlântica.

De acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2018), a delimitação política/administrativa da BHI e as áreas contíguas ocupam uma área de drenagem igual a 2.919,796 m² na região nordeste do Estado de Santa Catarina, englobando 12 municípios, com ocupações diversas em relação ao uso do solo. Os municípios englobados nesta área são Araquari, Balneário da Barra do Sul, Barra Velha, Blumenau, Campo Alegre, Corupá, Guaramirim, Jaraguá do Sul, Joinville, Massaranduba, São Bento do Sul, São João do Itaperiú e Schoeder. A BHI possui suas nascentes na Serra do Mar e drena suas águas para o Oceano Atlântico.

Seu rio principal é o Rio Itapocu, que nasce no município de São Bento do Sul e tem sua foz localizada na lagoa do município de Barra Velha, uma lagoa com influência marinha. O rio Itapocu, formado pela união dos rios Novo e Humboldt no município de Corupá, passa também pelos municípios de Jaraguá do Sul, Guaramirim e São João do Itaperiú até chegar ao exutório, quando deságua no oceano na divisa dos municípios de Araquari e Barra Velha.

A Figura 4-9 (APÊNDICE IX) apresenta a delimitação da bacia do Rio Itapocu e sua hidrografia, bem como o município de Jaraguá do Sul.

Figura 4-9. Delimitação da Bacia do Rio Itapocu.



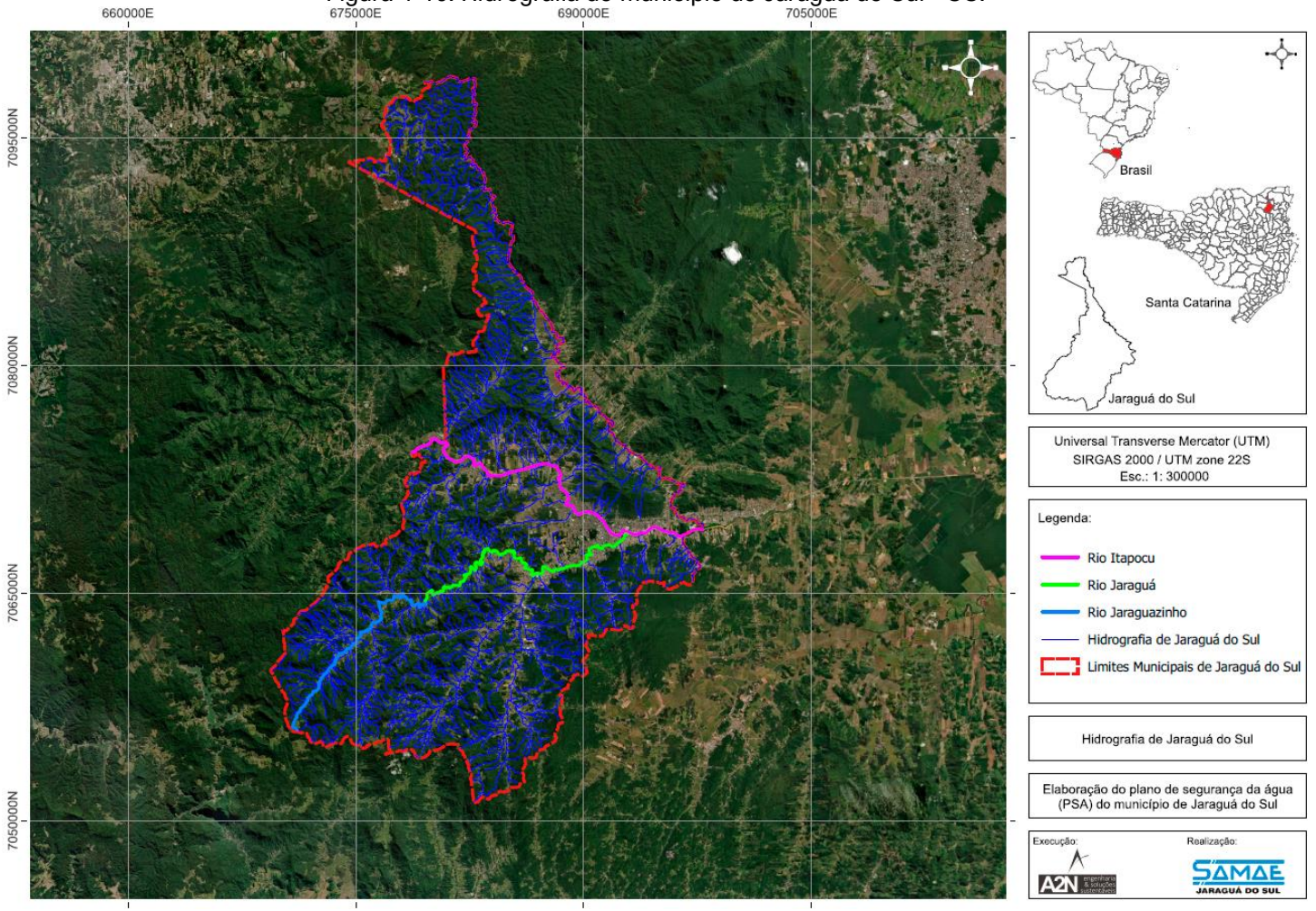
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.1.3.2.1 Superficiais

A rede hidrográfica do município de Jaraguá do Sul é composta pelo Rio Natal, Rio Jaraguazinho, Rio Jaraguá, Rio Itapocuzinho ou Rio Manso, Rio Itapocu, Rio Duas Mamas, Rio do Cerro, Rio do Molha, Rio da Luz, Rio da Alma, Ribeirão da Vaca Branca, Ribeirão Três Rios, Ribeirão Schroeder, Ribeirão Rodrigues, Ribeirão Grande da Luz, Ribeirão Grande, Ribeirão Garibaldi, Ribeirão Francisco de Paula, Ribeirão dos Cavalos, Ribeirão do Funil, Ribeirão das Pedras Brancas, Ribeirão da Sociedade, Ribeirão Corina, Córrego Vitória, Córrego Tifa Pequena, Córrego Prata, Córrego Matuto, Córrego Javali, Córrego Jararaca, Córrego Hernen, Córrego da Ilha da Figueira, Córrego Cerro Segundo, Córrego Campinha, Córrego Cacilda, Córrego Braço do Cavalo, Córrego Boa Vista, Córrego Aurora, Córrego Águas Claras, Canal Vale Agrícola, Arroio Inçará Grande, Arroio Fundo e Arroio do Ouro.

Na Figura 4-10 (APÊNDICE X) é possível visualizar a rede hidrográfica existente no município de Jaraguá do Sul.

Figura 4-10. Hidrografia do município de Jaraguá do Sul - SC.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.1.3.2.2 Subterrâneos

O município de Jaraguá do Sul está inserido, integralmente, na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, que se situa na Região Hidrográfica RH-6, denominada de Baixada Norte.

A RH6 abrange áreas das unidades hidroestratigráficas Embasamento Cristalino, Campo Alegre, Mafra, Rio do Sul e Sedimentos Cenozoicos, apresentando as seguintes zonas aquíferas (CPRM, 2013): aquíferos fraturados com boa produtividade, com vazões típicas de 2 a 15 m³/h, e de média a pequena importância hidrogeológica (Zona Aquífera AF1); aquíferos fraturados com média a baixa produtividade, com vazões típicas de 2 a 9 m³/h, e de grande importância hidrogeológica local (Zona Aquífera AF2); aquíferos sedimentares com boa produtividade, com vazões típicas de 20 a 90 m³/h, e de grande importância hidrogeológica local (Zona Aquífera AS1); aquíferos sedimentares com baixa produtividade, com vazões típicas de 1 a 3 m³/h, e de média importância hidrogeológica local (Zona Aquífera AS2); aquíferos sedimentares com alta a média produtividade, com vazões típicas de 3 a 10 m³/h, e de grande importância hidrogeológica local (Zona Aquífera AS3); e não aquíferos de pequena importância hidrogeológica local (Zona Aquífera na1), (PERH/SC, 2017).

A **Zona Aquífera AF1** é descrita como um aquífero livre a semiconfinado de extensão regional, com porosidade por fraturamento, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico. Os aquíferos desta zona apresentam boa produtividade (PERH/SC, 2017).

A **Zona Aquífera AF2** também possuí as condições hidrogeológicas de aquífero livre a semiconfinado de extensão regional, mas com porosidade por faturamento aumentada localmente devido a aquíferos com porosidade intergranular. A respeito da importância hidrogeológica local, os aquíferos desta zona são importantes e possuem produtividade que varia de média a baixa (PERH/SC, 2017).

A **Zona Aquífera AS1**, por sua vez, faz parte dos aquíferos sedimentares, enquanto que a AF1 e a AF2 fazem parte dos aquíferos fraturados. As condições hidrogeológicas do aquífero desta zona corresponde à “aquífero livre de extensão regional, com porosidade intergranular, contínuo, homogêneo e isotrópico”. Estes aquíferos apresentam boas vazões e água com potabilidade dentro dos limites

estabelecidos, bem como possuem alta importância hidrogeológica local (PERH/SC, 2017).

Assim como a Zona Aquífera AS1, a **Zona Aquífera AS2** faz parte dos aquíferos sedimentares, bem como com aquífero livre, entretanto o mesmo está sobre aquíferos de permeabilidade inferior. Sobre a importância hidrogeológica local, a mesma é elevada quanto aos aquíferos associados com a cidade de Joinville, mesmo que pouco produtivos. Já a **Zona Aquífera AS3**, faz parte dos aquíferos com alta a média produtividade formado principalmente por sedimentos, como areia, cascalho, argila ou calcário, e que possuem uma capacidade razoável de armazenar e transmitir água subterrânea. Por último, a **NA1** corresponde à não aquífero, com aquicludes e aquíferos, sendo poucos aquíferos localizados, específicos a zonas fraturadas. Por estarem em áreas como a Serra do Tabuleiro, que são despovoadas e com elevada altitude (PERH/SC, 2017).

4.1.4 POPULAÇÃO

A projeção populacional e a demanda hídrica estão interligadas de forma intrínseca. À medida que a população cresce, a demanda por água potável aumenta e, portanto, é importante considerar a projeção populacional ao planejar e gerenciar os recursos hídricos do município de Jaraguá do Sul.

Desta forma, a projeção populacional é um processo que utiliza dados demográficos e tendências para estimar o tamanho da população futura de uma região ou país. É uma ferramenta importante para o planejamento urbano e para o gerenciamento de recursos naturais, incluindo a água.

Já a demanda hídrica é a quantidade de água necessária para atender as necessidades de uma população, indústria, agricultura e outros setores. É uma medida importante para entender a pressão sobre os recursos hídricos de uma região e pode ser influenciada por fatores como o tamanho da população, as atividades econômicas e o clima.

Sendo assim, ao projetar a população futura de uma região, é importante considerar a demanda hídrica esperada e avaliar se os recursos hídricos existentes serão capazes de atender às necessidades da população.

A Tabela 4-6 a seguir, representa a evolução populacional do município de Jaraguá do Sul até o ano de 2040.

Tabela 4-6. Projeção populacional do município de Jaraguá do Sul/SC.

ANO	POPULAÇÃO TOTAL (HAB)	POPULAÇÃO RURAL TOTAL (HAB)	POPULAÇÃO URBANA TOTAL (HAB)
2020	181.173	7.533	173.640
2021	184.493	7.507	176.986
2022	187.812	7.482	180.330
2023	191.132	7.456	183.676
2024	194.452	7.431	187.021
2025	197.771	7.405	190.366
2026	200.336	7.390	192.946
2027	202.900	7.374	195.526
2028	205.464	7.358	198.106
2029	208.028	7.342	200.686
2030	210.593	7.327	203.266
2031	212.471	7.320	205.151
2032	214.350	7.313	207.037
2033	216.229	7.307	208.922
2034	218.108	7.300	210.808
2035	219.986	7.293	212.693
2036	220.949	7.281	213.668
2037	221.912	7.269	214.643
2038	222.874	7.256	215.618
2039	223.837	7.244	216.593
2040	224.800	7.232	217.568

Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaraguá do Sul, 2021.

4.1.5 ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS

Jaraguá do Sul, município localizado no norte de Santa Catarina, com área territorial totalizando 530,89 km² e população estimada em 182.660 habitantes, pode ser classificada como um município de grande porte (população superior a 100.000 habitantes), de acordo com estimativa populacional divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Em comparação com o Censo de 2010, que sua população era de 143.132 habitantes, Jaraguá do Sul registrou aumento de 27,62% de sua população.

O município possui densidade demográfica de 344,06 hab./km² (IBGE,2022) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM de 0,803, superior ao IDHM do estado de 0,774 (IBGE,2010).

4.1.5.1 Situação econômica

Jaraguá do Sul está situado dentro da área de influência da microrregião de Joinville, sendo o 2° município mais populoso dessa região e considerado o 3° núcleo industrial do estado, também se destaca entre os 100 municípios mais industrializados do Brasil, ao lado de Joinville, Blumenau e Chapecó, segundo o *ranking* do Instituído Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O município possui PIB de aproximadamente 12,1 bilhões e PIB *per capita* de R$ 65,3 mil por habitante (em 2021), segundo dados do IBGE, acima da média estadual de 58,4 mil e nacional de R$ 47,8 mil (em 2022), segundo dados do IBGE, ocupando a 7ª posição entre os municípios da região de Joinville e a 45ª entre os municípios catarinenses.

Nas últimas décadas, a região se consolidou como forte polo industrial do estado em diversas áreas, abrigando empresas de grande porte como WEG SA, MALWEE Malhas LTDA., entre outras, que se beneficiam da localização e o fácil acesso à rodovia e ao Porto de São Francisco do Sul.

A economia local tem sua força impulsionada pelos setores industrial seguido pelo de serviços, responsáveis por cerca de 45,1% e 43,8% do PIB, respectivamente. No setor industrial o ramo de maior representatividade são o metalmecânico, o eletroeletrônico e o têxtil.

4.1.5.2 Políticas habitacionais

O Conselho Municipal de Habitação de Jaraguá do Sul (CMHJS), instituído pela Lei Municipal Nº 4.372/2006, de 08 de agosto de 2006, é órgão colegiado consultivo e deliberativo, vinculado à Secretaria Municipal de Assistência Social e Habitação, que tem como objetivos básicos estabelecer, acompanhar, controlar e avaliar a Política Municipal de Habitação e gerir o Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social (FMHIS). (Redação dada pela Lei nº 7681/2018).

O FMHIS é criado com o objetivo de centralizar e gerenciar recursos orçamentários e proporcionar recursos para financiar a gestão, os serviços, os programas e projetos destinados a implementar Políticas Habitacionais de Interesse Social.

O município tem como instrumento de planejamento habitacional as diretrizes da a Política Nacional de Habitação de Interesse Social, Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS) e Plano Municipal de Habitação de Interesse Social, que estabelece diretrizes, objetivos, metas e as ações a serem adotadas pelo Município para a redução gradual do déficit existente na área de Habitação de Interesse Social.

O Conselho Municipal de Habitação de Jaraguá do Sul (CMHJS), como gestor do Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social (FMHIS), compete: estabelecer diretrizes e critérios para a priorização de linhas de ação, alocação dos recursos do Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social (FMHIS) e dos Programas Habitacionais, visando o atendimento dos beneficiários. Além de promover ampla publicidade das formas e critérios de acesso aos programas e projetos habitacionais, das metas anuais de atendimento habitacional, dos recursos previstos e aplicados, identificados pelas fontes de origem, das áreas objeto de intervenção, dos números e valores dos benefícios e dos financiamentos e subsídios concedidos, de modo a permitir o acompanhamento e fiscalização pela sociedade.

4.1.5.3 Políticas educacionais

As questões relacionadas às políticas educacionais de Jaraguá do Sul estão sob a competência da Secretaria de Educação. É o órgão responsável pelas atividades educacionais realizadas no município pela Rede Municipal de Ensino.

O principal instrumento de planejamento do município é o Plano Municipal de Educação (PME), elaborado em 2015.

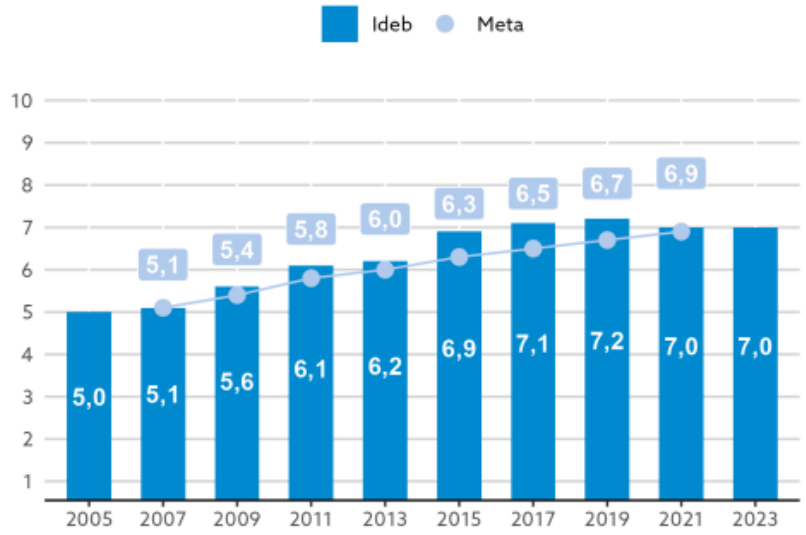
Segundo dados censitários (IBGE, 2010), a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade no município de Jaraguá do Sul era de 98,3%, e segundo dados do Mec (Mec/Inep – Ideb, 2023), o município apresenta indicador de crianças alfabetizadas de 73%, superior aos indicadores do Estado de 61% e do País de 56%.

Como forma de analisar a qualidade do ensino e das políticas educacionais, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP criou o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB.

O município de Jaraguá do Sul, atingiu ótimas notas nas ultimas séries avaliadas pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Na última série avaliada o município apresentou nota 7,0 para o ensino fundamental - anos iniciais (rede municipal) e nota 6,1 para o ensino fundamental - anos finais (rede municipal), segundo dados do MEC/Inep – Ideb, 2023.

Nos gráficos a seguir podemos ver a evolução do ensino fundamental em Jaraguá do Sul, baseado nas notas do IDEB, no período de 2005 a 2023. Em comparação com sua mesorregião, estado, região do país, Jaraguá do Sul apresentou média superior no ano de 2023, como podemos ver entre o Gráfico 4-1 ao Gráfico 4-4, na sequência.

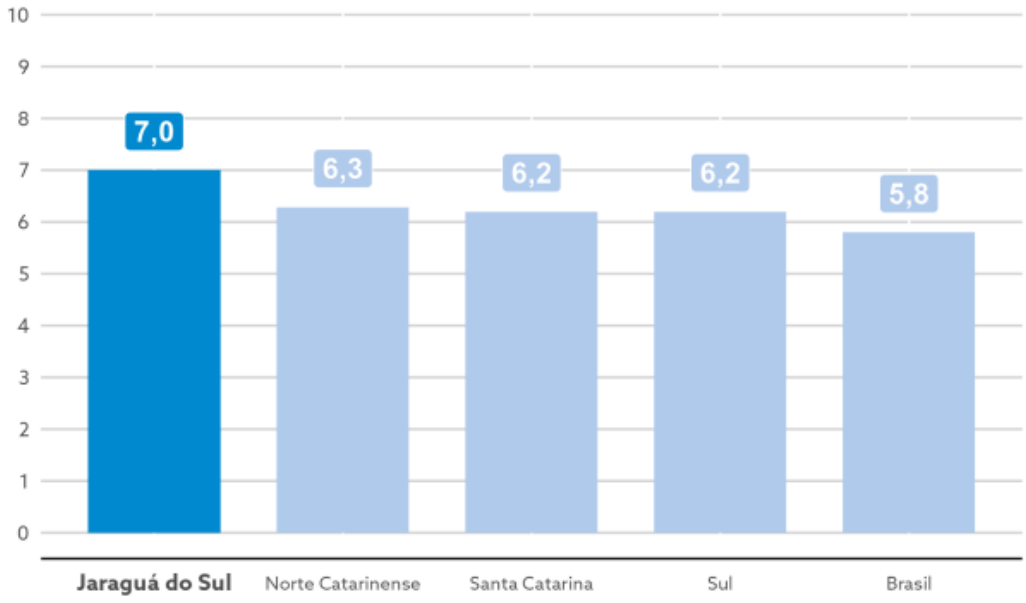
Gráfico 4-1. Evolução do município no ensino fundamental nos anos iniciais na rede municipal.



Evolução do Ideb. Fonte: MEC/Inep – Ideb.

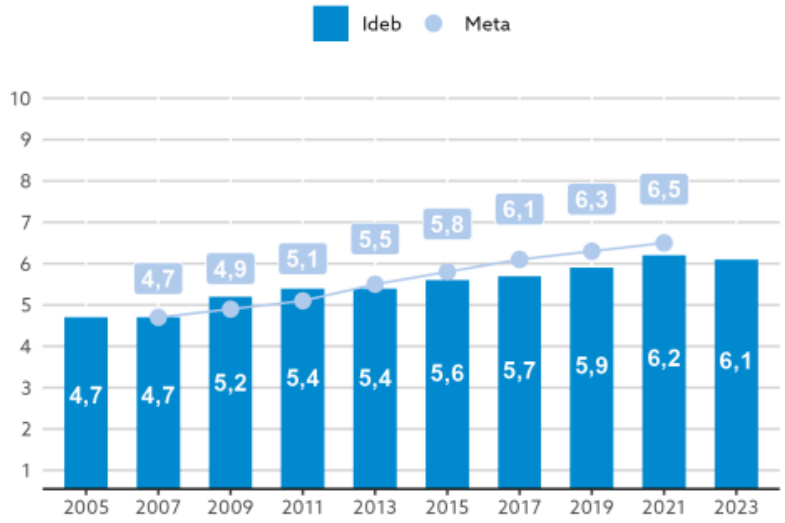
** A análise do Ideb 2021 exige cautela devido à pandemia, período em que muitas redes adotaram a aprovação automática e o Saeb teve baixas taxas de participação.*

Gráfico 4-2. Comparação das regiões, estado e país, no ano de 2023 - Ensino fundamental nos anos iniciais na rede municipal.



Comparação do Ideb. Fonte: MEC/Inep – Ideb, 2023.

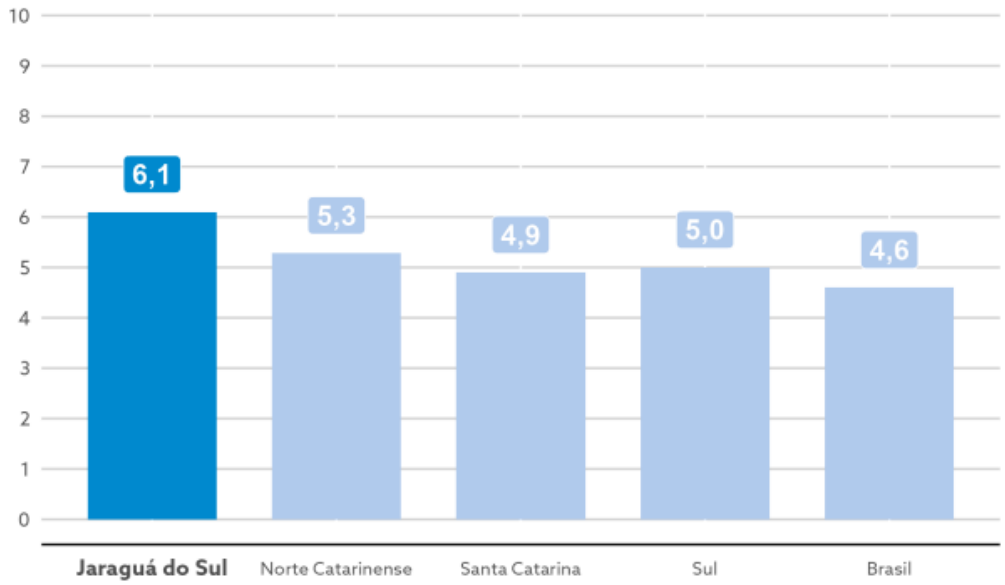
Gráfico 4-3. Evolução do município no ensino fundamental nos anos finais na rede municipal.



Evolução do Ideb. Fonte: MEC/Inep – Ideb.

** A análise do Ideb 2021 exige cautela devido à pandemia, período em que muitas redes adotaram a aprovação automática e o Saeb teve baixas taxas de participação.*

Gráfico 4-4. Comparação das regiões, estado e país, no ano de 2023 - Ensino Fundamental nos anos finais na rede municipal.



Comparação do Ideb. Fonte: MEC/Inep – Ideb, 2023.

4.1.5.4 Perfil industrial

O município de Jaraguá do Sul é um dos maiores polos industriais do Estado de Santa Catariana, como citado anteriormente se destaca como a 3° cidade mais industrializada e o 7° maior PIB do estado. Além de se destacar no cenário Estadual, Jaraguá do Sul tem notável relevância no cenário industrial brasileiro, ficando entre os 100 municípios mais industrializados do país.

Jaraguá do Sul está localizada em uma área geograficamente estratégica, pois está próximo a Joinville e Blumenau, outros dois polos industriais significativos no estado. Além disso, o município tem boa infraestrutura para escoamento de sua produção, sendo cortado pela rodovia BR-280 e a estrada férrea de Santa Catarina, ambas lingando o município ao porto de São Francisco do Sul, a estrada férrea também proporciona outra importante ligação entre Jaraguá do Sul a Joinville.

O município possui perfil industrial diversificado e dinâmico, com destaque para os setores de tecnologia, equipamentos elétricos, metalmecânico e confecções têxtil. Esta variedade junto com a capacidade da cidade em equilibrar perfeitamente qualidade e produção em massa, não apenas minimiza os riscos econômicos, mas também amplia sua presença no cenário global.

A cidade também é sede de algumas das maiores empresas do Brasil, incluindo uma das líderes mundiais na fabricação de motores elétricos e equipamentos eletroeletrônicos, a WEG AS, e um dos maiores grupos têxteis do país a MALWEE Malhas LTDA. Essas empresas não apenas impulsionam a economia local, mas também contribuem significativamente para as exportações brasileiras.

4.2 LEGISLAÇÃO

O Plano de Segurança da Água do Município de Jaraguá do Sul é desenvolvido considerando a legislação vigente no país nas esferas federal, estadual e municipal. Temos a seguir as principais regulamentações associadas a segurança da água que são compostas por leis, decretos, resoluções e portarias vigentes.

4.2.1 ÂMBITO FEDERAL

No Âmbito Federal, foram observadas as seguintes legislações vigentes:

- **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997:** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A PNRH institui instrumentos de gestão de recursos hídricos como: Planos de Recursos Hídricos, Enquadramento dos Corpos d'Água, Outorga dos direitos de uso dos Recursos Hídricos, Cobrança pelo uso da água, entre outros, promovendo, com isso, o uso sustentável dos Recursos Hídricos;
- **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007:** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico;
- **Decreto 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;
- **Resolução CONAMA n° 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;
- **Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008:** Dispõe sobre a classificação e padrões das águas subterrâneas, além de estabelecer diretrizes ambientais para prevenção e controle da poluição destas águas;
- **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011:** Dispõe sobre as condições e os padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005;
- **Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017:** Em seu anexo XX, dispõe sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Estabelece que toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. Determina ainda as competências e responsabilidades da União, dos estados e municípios em relação aos sistemas de abastecimento;

- **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021:** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- **Portaria GM/MS Nº 2.472, de 28 de setembro de 2021:** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

4.2.2 ÂMBITO ESTADUAL

No Âmbito Estadual foram observadas as seguintes legislações vigentes:

- **Lei nº 6.739, de 16 de dezembro de 1985:** Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos;
- **Lei nº 9.022, de 06 de maio de 1993**: Dispõe sobre a instituição, estruturação e organização do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- **Lei estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências;
- **Lei nº 10.949, de 09 de novembro de 1998**: Dispõe sobre a caracterização do Estado em 10 (dez) Regiões Hidrográficas;
- **Lei nº 15.249, de 03 de agosto de 2010**: Altera dispositivos da Lei nº 9.022, de 1993, que dispõe sobre a instituição, estruturação e organização do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009:** Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências;
- **Lei nº 18.350, de 27 de janeiro de 2022:** Altera a Lei nº 14.675, de 2009, que "Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências", e adota outras providências;
- **Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981:** Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e à melhoria

da qualidade ambiental. **CAPÍTULO II** - Da Proteção das Águas, do Solo, da Atmosfera e do Controle Sonoro. **Seção I**- Da Proteção das Águas;

- **Decreto nº 2.648, de 16 de fevereiro de 1998**: Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO, criado pela Lei nº 9.748, de 30 de novembro de 1994;
- **Decreto n° 2.919, de 4 de setembro de 2001:** Cria o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu - Comitê Itapocu;
- **Decreto n. º 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 dá outras providências;
- **Decreto n° 4.871, de 17 de novembro de 2006:** Aprova a Tabela de Emolumentos para Análise e Expedição da Outorga de Direito de Uso da Água da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável – SDS e estabelece outras providências;
- **Decreto nº 1.846, 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:
  - **Art. 6º** O Prestador de Serviço de Abastecimento de Água (PSAA) deverá elaborar o Plano de Segurança da Água (PSA), definido como um instrumento que identifica e prioriza perigos e riscos em um Sistema de Abastecimento de Água (SAA), desde o manancial até o consumidor, visando a estabelecer medidas de controle para reduzi-los ou eliminá-los e estabelecer processos para verificação da eficiência da gestão preventiva;
  - Parágrafo único. O PSA deve contemplar os Planos de Contingências com base no histórico e ocupação da bacia hidrográfica, como situações de desastres naturais ou antrópicos.
- **PORTARIA Nº 024/79, de 9 de junho de 1981:** Enquadra os cursos d'água do Estado de Santa Catarina;
- **Portaria SDS nº 025, de 3 de agosto de 2006:** Institui o Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos – CEURH e dispõe sobre os procedimentos para cadastramento de usuários e regularização de usos dos recursos hídricos de domínio do Estado de Santa Catarina;

- **Portaria SDS nº 035, de 30 de outubro de 2006:** Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga e dá outras providências;
- **Portaria SDS nº 035, de 12 de novembro de 2007:** Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga para uso de potencial de energia hidráulica para aproveitamentos hidrelétricos em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e dá outras providências;
- **Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008.** Estabelece os critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e dá outras providências;
- **Portaria SDS nº 034, de 01 de junho de 2009**: Institui a Avaliação Preliminar de Disponibilidade Hídrica (APDH) em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para a sua emissão, e dá outras providências;
- **Portaria SDS nº 043, de 13 de agosto de 2010.** Estabelece critérios adicionais de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial destinada ao abastecimento da população urbana das cidades com população acima de 100.000 habitantes, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina, e dá outras providências;
- **Portaria nº 421, de 13 de maio de 2016, resolve:** Art. 1º estabelece que o teor ideal do íon fluoreto da água destinada ao consumo humano, no Estado de Santa Catarina seja de 0,8 mg/L, ou com um mínimo de 0,7 mg/L e máximo de 1,0 mg/L;
- **Portaria SES Nº 1468, de 21 de dezembro de 2022:** Estabelece parâmetros adicionais de agrotóxicos ao padrão de potabilidade para substâncias químicas, no controle e vigilância da qualidade d'água para consumo humano no Estado de Santa Catarina.

4.2.3 ÂMBITO MUNICIPAL

No Âmbito Municipal foram observadas as seguintes legislações vigentes:

- **Lei complementar nº 65, de 1 de junho de 2007**: Dispõe sobre a avaliação, revisão e atualização do Plano Diretor de Organização Físico-territorial de Jaraguá do Sul (SC) e sua adequação ao Estatuto da Cidade e dá outras providências;
- **Lei nº 5.085, de 27 de outubro de 2008:** Estabelece a política Municipal de Saneamento Básico e dá outras providências;
- **Lei nº 6.529, de 20 de novembro de 2012:** Aprova o Plano Municipal de Saneamento Básico, instrumento da política municipal de saneamento básico, e dá outras providências;
- **Lei nº 7.235, de 20 de julho de 2016:** Dispõe Sobre a Delimitação da Área Urbana Consolidada do Município de Jaraguá do Sul e Estabelece Medidas Para a Regularização Ambiental e/ou Fundiária de Imóveis Situados às Margens de Cursos D´Água Naturais em Tais Locais, nos Termos do Artigo 30, Inciso I, da Constituição Federal, de 1988, do Artigo 64 e do Artigo 65, da Lei Federal Nº 12.651, de 2012, e do Artigo 122-A, da Lei Estadual Nº 14.675/2009, e dá outras providências. (Redação dada pela Lei nº 7470/2017);
- **Lei nº 7.470, de 03 de outubro de 2017**: Altera e Acresce Dispositivos à Lei Municipal Nº 7.235/2016, de 20 de julho de 2016;
- **Lei nº 7.483, de 16 de outubro de 2017:** Revisa, Atualiza e Consolida os Planos Setoriais de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Drenagem e Manejo de Águas Pluviais e Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos que integram o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), aprovado pela Lei Municipal Nº 6.529/2012, de 20 de novembro de 2012;
- **Lei complementar nº 219, de 23 de outubro de 2018**: Dispõe Sobre a Revisão do Plano Diretor de Organização Físico Territorial de Jaraguá do Sul e dá outras providências;

- **Lei nº 7.638, de 15 de maio de 2018:** Institui o Programa Social de Saneamento Básico na Área Rural do Município de Jaraguá do Sul, Denominado PROGRAMA SANEAR;
- **Lei nº 8.343, de 1 de junho de 2020:** Dispõe Sobre o Código de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo e dá outras providências;
- **Lei nº 9.172, de 18 de outubro de 2022:** Revisa, atualiza e consolida os planos setoriais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos que integram o plano municipal de saneamento básico (PMSB), aprovado pela lei municipal nº 6.529/2012, de 20 de novembro de 2012.

4.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O sistema de abastecimento de água de Jaraguá do Sul, é considerado um dos mais eficientes do Brasil, sendo gerido pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE). Ele possui uma ampla infraestrutura para garantir o fornecimento de água potável com qualidade e regularidade aos seus habitantes.

Atualmente o sistema de abastecimento de água do SAMAE atende 95,69% da população total do município, segundo dados do SINISA 2023 (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento).

A primeira e principal unidade é a Estação de Tratamento de Água Central (ETA Central) que capta água diretamente do Rio Itapocu, ao lado da estação. A ETA Central tem capacidade de tratar até 1.000 l/s atendendo até 80% da população, sendo um modelo de sustentabilidade, utilizando energia gerada por mais de mil placas solares instaladas em sua cobertura, gerando assim uma economia considerável nos custos com energia elétrica. A ETA Central também possui um sistema de Tratamento de Lodo eficiente, aproveitando parte da estrutura física da antiga ETA, possuindo tanque de equalização, floculação, decantação, adensamento e homogeneização.

A segunda unidade é a Estação de Tratamento de Água Sul (ETA Sul) com capacidade para tratar até 160 l/s, localizada no bairro Garibaldi. Ela trata a água captada no Rio Jaraguá e atualmente opera 24 horas por dia, abastecendo aproximadamente 20% da população da cidade.

Conta-se, ainda, com um sistema independente de tratamento de água, localizado junto à comunidade do bairro de Santo Estevão, cujo objetivo é o atendimento exclusivo de algumas instalações públicas (uma escola, uma unidade básica de saúde e uma igreja). Este sistema é mantido devido a sua localização distante das ETAs Central e Sul e possuir uma demanda muito baixa de água tratada, atendendo de forma satisfatória as necessidades locais.

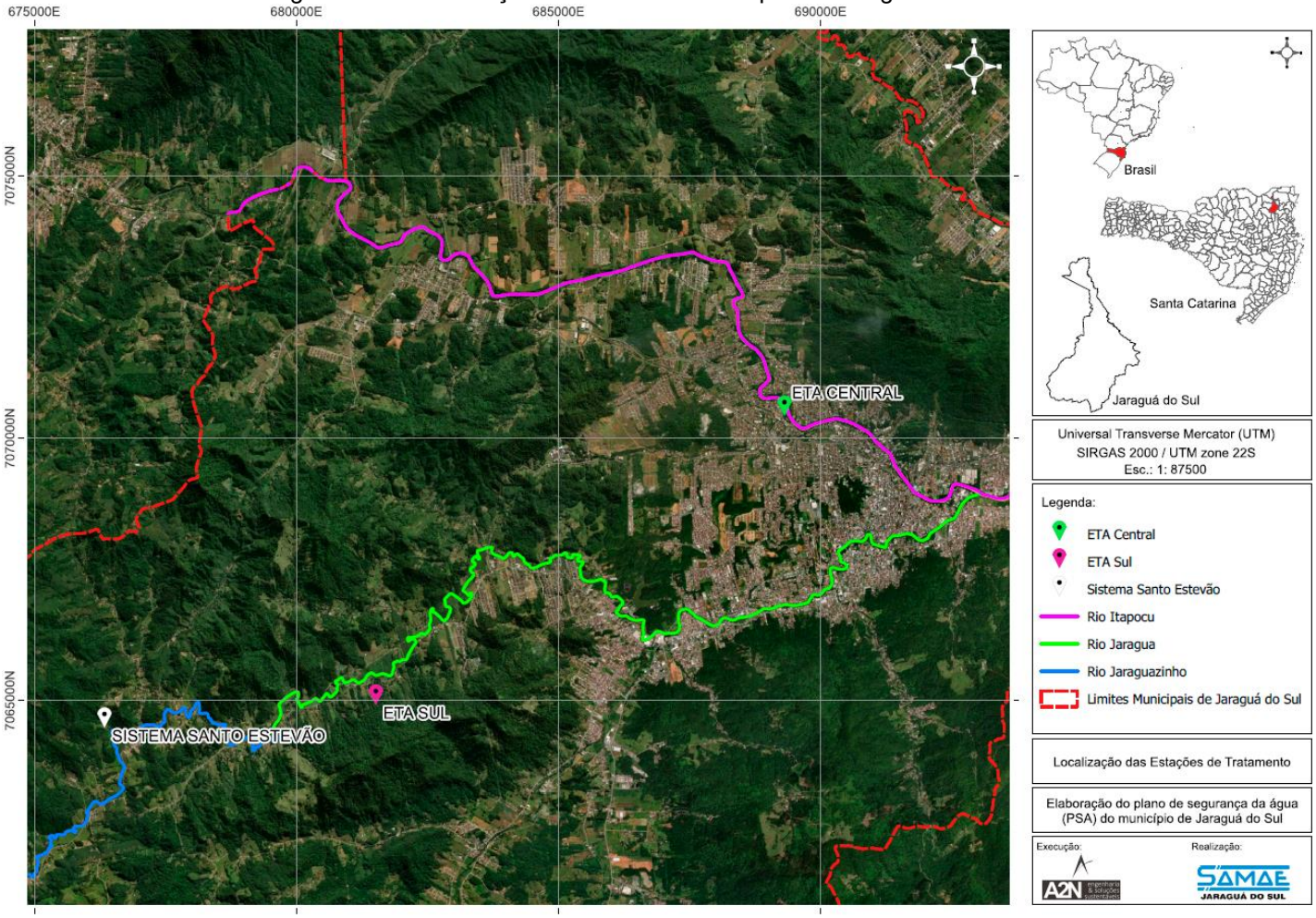
No ano de 2023, segundo informações constante no diagnóstico dos serviços de água e esgoto do SINISA, somando-se a produção de água tratada da ETA Central e Sul, foram produzidos um total de 14.535,70 m³/ano de água tratada. (SINISA, 2023)

Ressalta-se que o SAMAE conta com três laboratórios para análises e acompanhamento da qualidade da água no município de Jaraguá do Sul, estando localizados dentro das mediações da ETA Central e da ETA Sul.

O sistema conta também com um total de 44 reservatórios distribuídos em pontos estratégicos do município, com capacidade de armazenamento de 24.640 m³ de água tratada, onde são abastecidos por 10 Estações de Recalque de Água Tratada (ERATs) e também por 63 Elevatórias de Água Tratada (EATs), que fazem o abastecimento de todo o município.

Na Figura 4-11 (APÊNDICE XI) são apresentadas as localizações das ETAs do município junto aos principais cursos d´água.

Figura 4-11. Localização das ETAs no município de Jaraguá do Sul/SC.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.4 FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

4.4.1 ETA CENTRAL

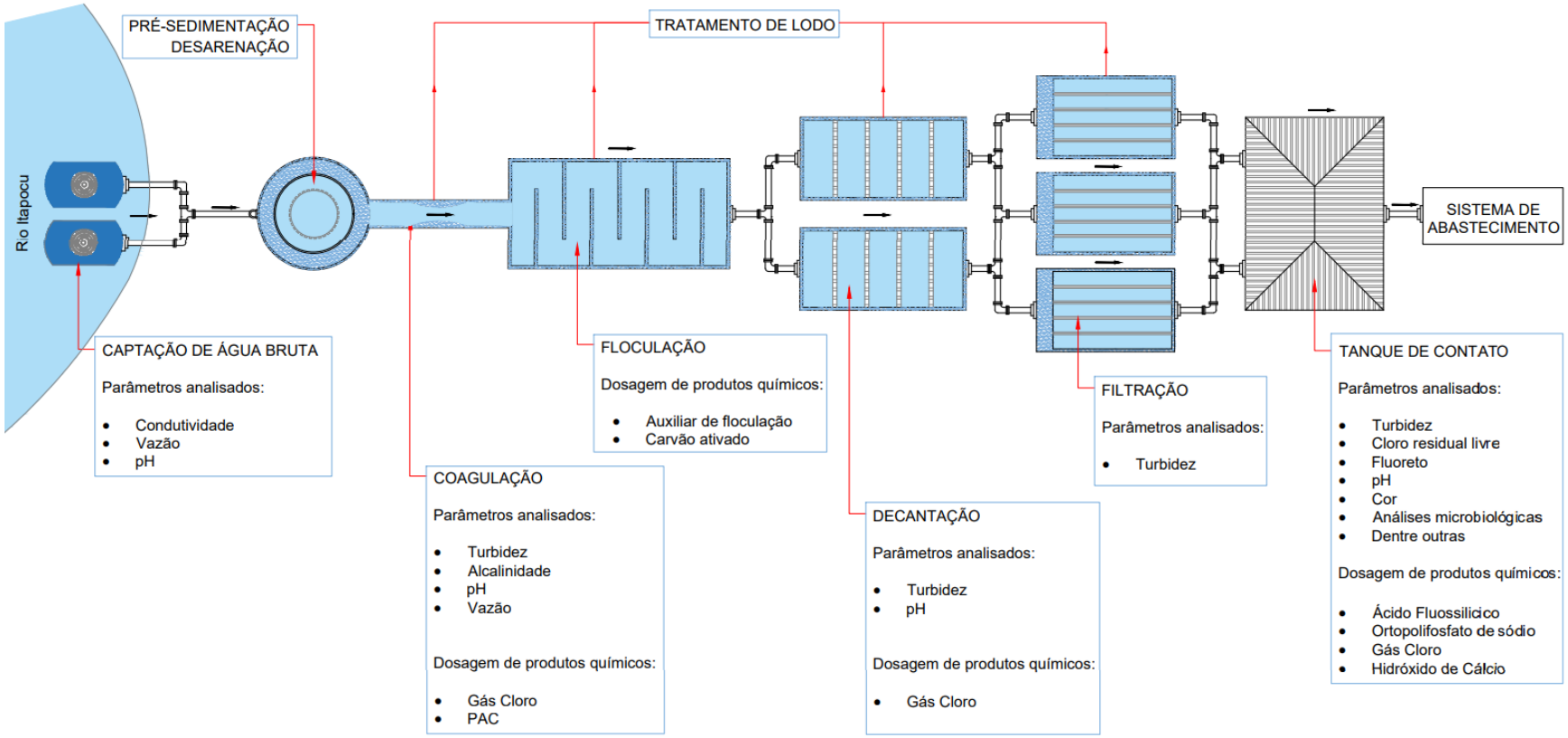
A ETA Central, opera 24 horas/dia, todos os dias da semana e tem capacidade de tratar até 1.000 L/s e sua infraestrutura conta com seis floculadores, oito decantadores e dez filtros no total.

Já na captação da água bruta ocorrem as primeiras análises da qualidade da água, a citar: condutividade e pH. Também é feita a medição de vazão em tempo real. Na etapa de coagulação, são inseridos junto a calha *Parshall* o Gás Cloro e o PAC (Policloreto de Alumínio) e, novamente, são aferidos o pH, vazão e, adicionalmente, a turbidez e alcalinidade. O auxiliar de floculação e o carvão ativado são adicionados na etapa de floculação e, na etapa seguinte, de decantação, é adicionado nova dosagem de gás cloro e realizadas novas análises de turbidez e pH.

Na penúltima etapa, da Filtração, ocorre nova análise da turbidez e em seguida a água tratada é encaminhada para o Tanque de Contato, onde são realizadas novas análises de turbidez, cloro residual livre, fluoreto, pH, cor, análises microbiológicas dentre outras. Adiciona-se também dosagens de ácido fluossilicico, ortopolifosfato de sódio, gás cloro e hidróxido de cálcio. Junto a ETA Central, encontra-se também uma Estação de Tratamento de Lodo (ETL), gerado durante as etapas do tratamento.

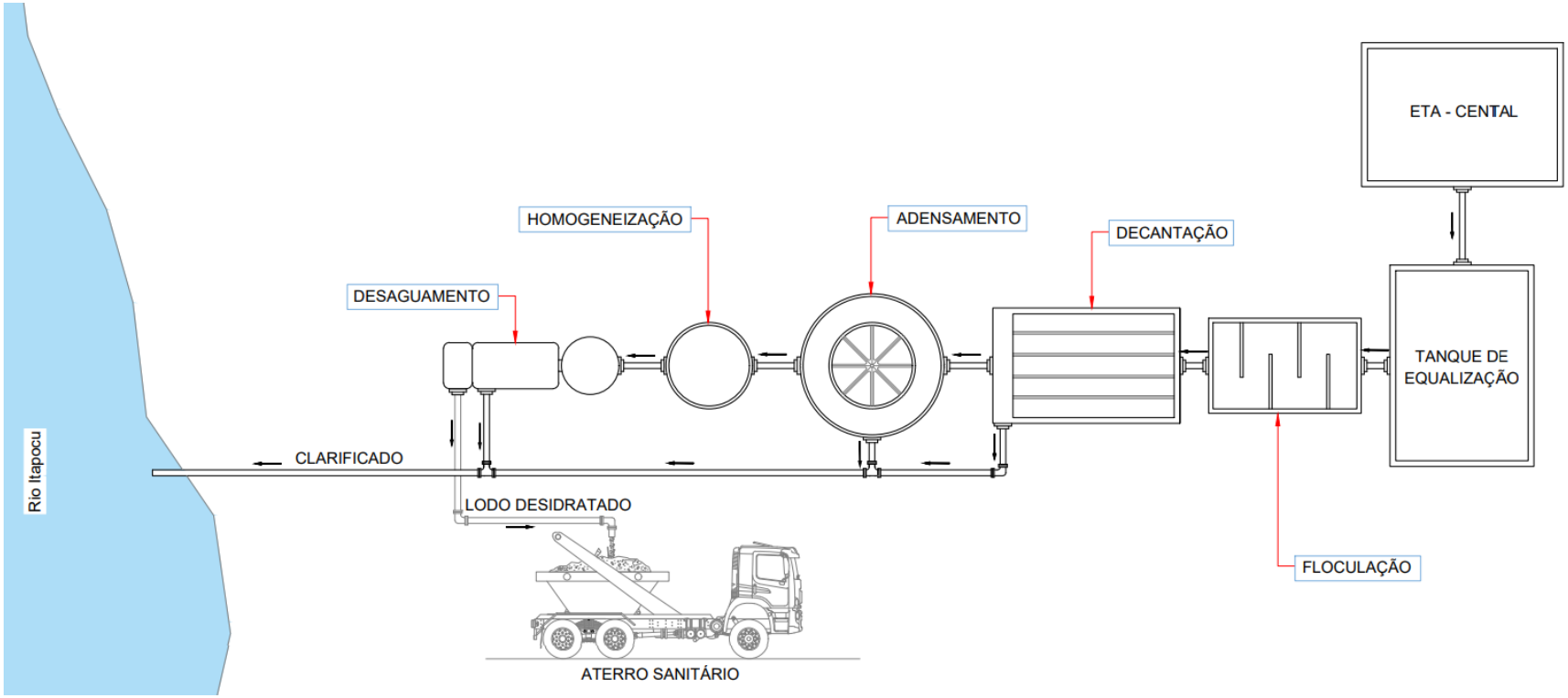
Na sequência é apresentado o fluxograma do sistema de tratamento de água (ETA Central) (Figura 4-12 e Apêndice XII) bem como do sistema de tratamento de lodo (ETL) (Figura 4-13 e Apêndice XIII).

Figura 4-12. Fluxograma da Estação de Tratamento Central (ETA Central)



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 4-13. Fluxograma do Tratamento do Lodo junto a ETA Central.



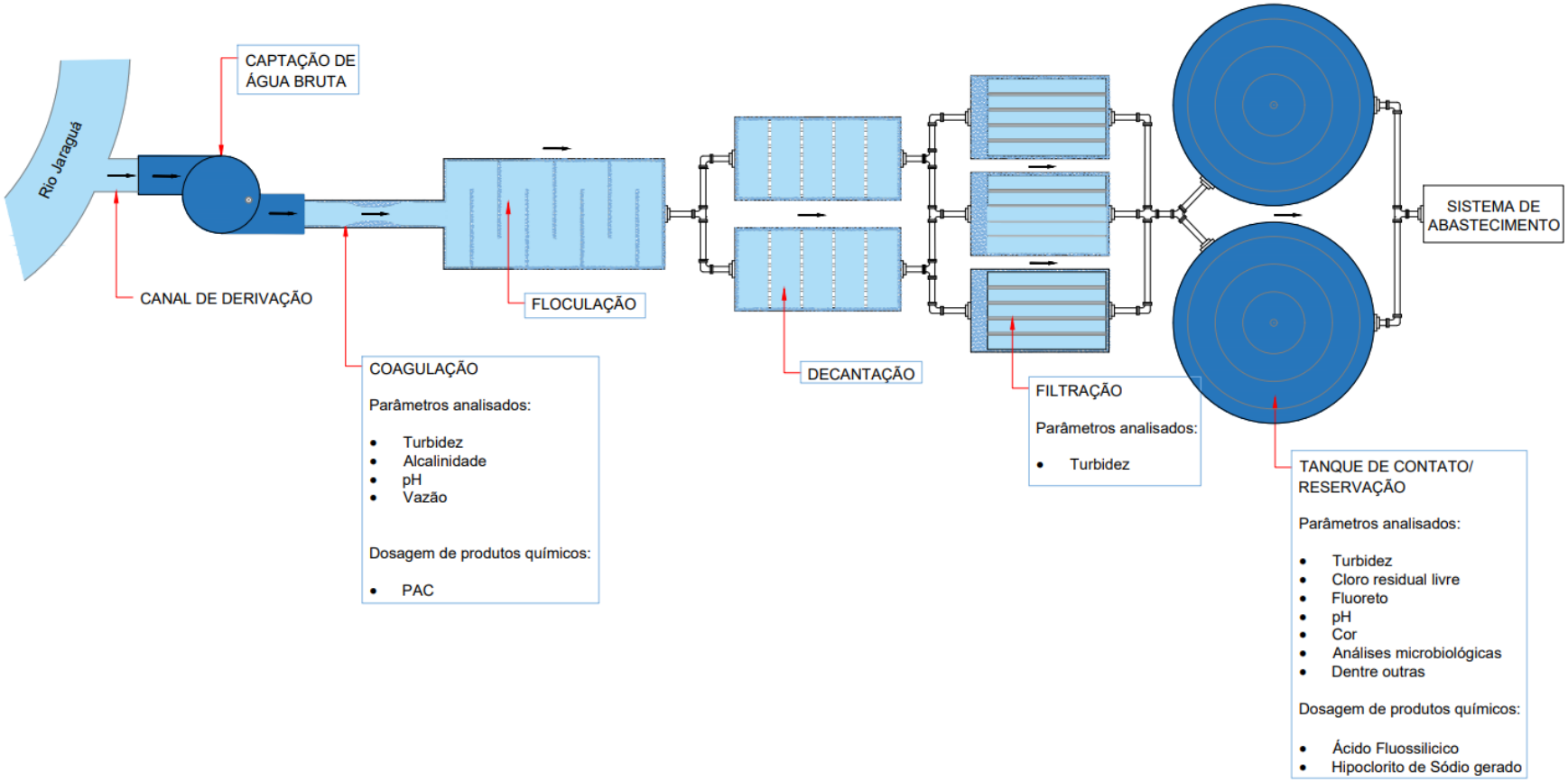
Fonte: A2N Engenharia, 2025

4.4.2 ETA SUL

O Fluxograma da ETA Sul (Figura 4-14 e Apêndice XIV), será apresentado na sequência. Possuindo basicamente as mesmas características da ETA Central, diferenciando-se apenas na inexistência do tratamento do lodo. O sistema é composto pelas etapas de captação, coagulação, floculação, sedimentação, filtração, desinfecção e fluoretação e distribuição.

Entre a etapa de captação e coagulação, ocorre a dosagem do PAC bem como são realizadas análises da água bruta para verificação da turbidez, alcalinidade, pH e vazão. Na etapa de filtração é verificada a turbidez sendo adicionados na etapa da reservação o ácido fluossilicico e hipoclorito de sódio gerado *in loco*, bem como são realizadas novas análises de turbidez, cloro residual livre, fluoreto, pH, cor, análise microbiológicas dentre outras.

Figura 4-14. Fluxograma Estação de Tratamento de Água Sul (ETA Sul).

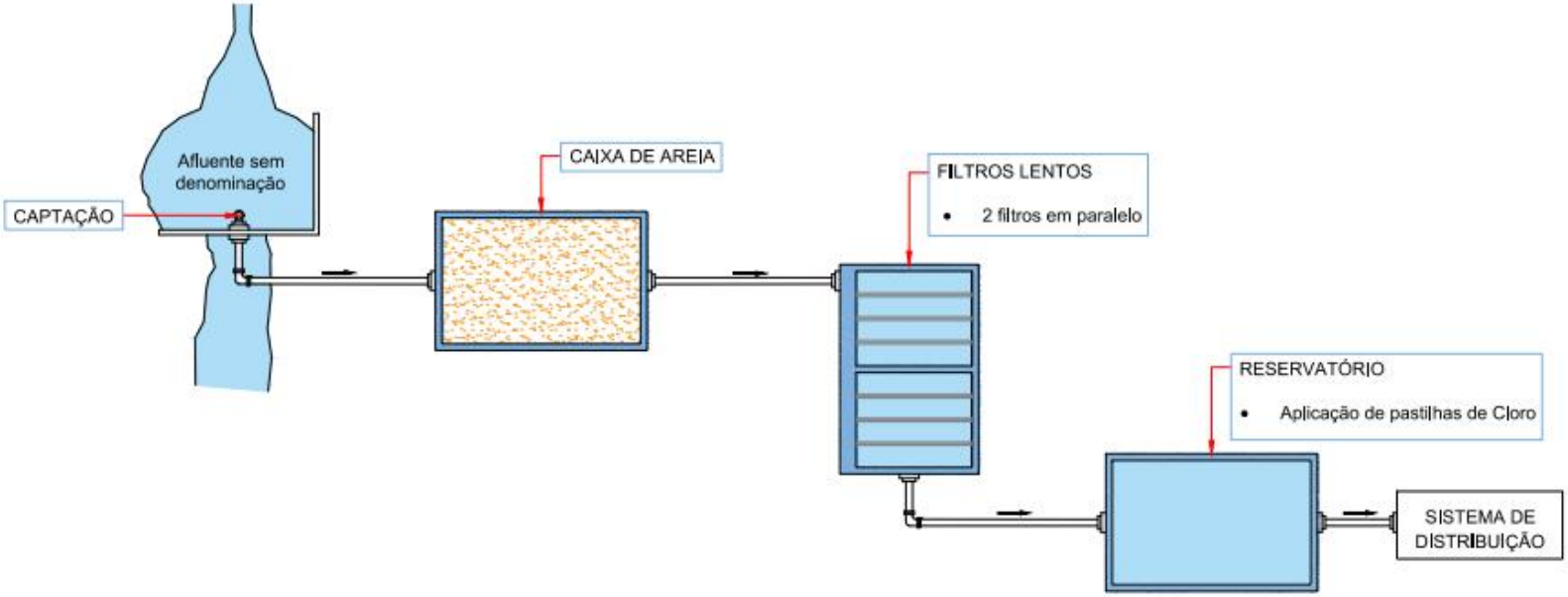


Fonte: A2N Engenharia, 2025

4.4.3 SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO

Na sequência será apresentado o fluxograma do Sistema Independente Santo Estevão, conforme detalhamento das etapas deste sistema já abordado no Item 4.3. (Figura 4-15 e Apêndice XV).

Figura 4-15. Fluxograma do Sistema Independente Santo Estevão.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

4.4.4 DISTRIBUIÇÃO

O SAMAE de Jaraguá do Sul opera duas estações de tratamento de água, responsáveis pelo abastecimento de sete reservatórios principais:

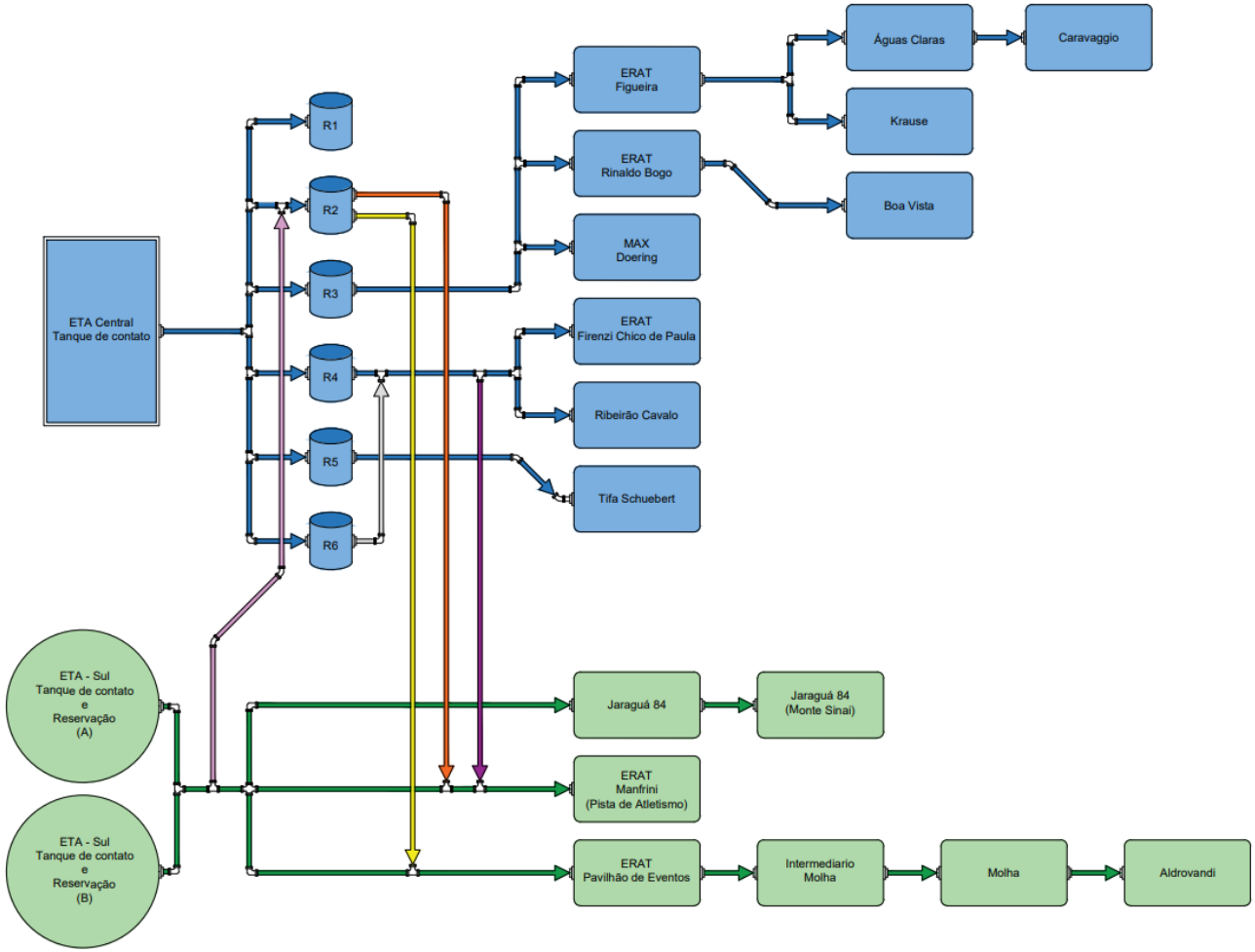
- ETA Sul: abastece dois reservatórios próprios (3.000 m³);
- ETA Central: distribui água para seis reservatórios principais: R1 (2.000 m³), R2 (2.000 m³), R3 (4.000 m³), R4 (2.000 m³), R5 (4.500 m³) e R6 (2.000 m³).

A partir desses reservatórios principais, a água é distribuída para a rede de distribuição, atendendo diretamente a população e alguns reservatórios secundários. Cada um desses reservatórios principais atende uma região específica da cidade. Para aumentar a segurança da distribuição e evitar grandes faltas de água em caso de problemas em um reservatório, existem regiões de distribuição manobráveis. Isso permite que, quando ocorre uma intercorrência em um reservatório, outro possa suprir a demanda, minimizando os impactos. As manobras possíveis são:

- ETA Sul → R2 (região do bairro Vila Nova);
- R2 → ETA Sul (região do Rio Molha);
- R2 → ETA Sul (região da ERAT da Pista de Atletismo);
- R4 → ETA Sul (região da ERAT da Pista de Atletismo);
- R6 → R4;
- R4 → R6.

Um fluxograma é apresentado na sequência do sistema de distribuição (Figura 4-16 e Apêndice XVI).

Figura 4-16. Fluxograma do Sistema de Distribuição da água tratada junto ao SAMAE de Jaraguá do Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Na Tabela 4-7 a seguir, encontra-se as estações de tratamento, reservatórios e os bairros abastecidos.

Tabela 4-7. Setorização do sistema de abastecimento de água.

ETA	RESERVATÓRIO	BAIRROS
ETA Sul	ETA Sul	Jaraguá 84
		Jaraguá 99
		Rio da Luz
		Rio Cerro I
		Rio Cerro II
		São Luiz (parcial) (50%)
		Jaraguá Esquerdo (parcial) (30%)
		Barra do Rio Cerro
		Barra do Rio Molha
		Rio Molha
		Vila Lenzi (parcial) (50%)
		Parque Malwee
ETA Central	R1	Centro (parcial) (80%)
		Vila Lenzi (parcial) (25%)
		Água Verde
		Rau (parcial) (50%)
		Estrada Nova (parcial) (30%)
	R2	Centro (parcial) (20%)
		Vila Lenzi (parcial) (50%)
		Nova Brasília
		Vila Nova (parcial) (80%)
		Jaraguá Esquerdo (parcial) (50%)
		São Luiz (parcial) (20%)
	R3	Vila Nova (parcial) (20%)
		Boa Vista
		Águas Claras
		Krause
		Ilha da Figueira
		Vila Lalau
		Vila Baependi
		Centenário
		Vieira
		Czerniewicz

ETA	RESERVATÓRIO	BAIRROS
		Outros
	R4	Estrada Nova (parcial) (70%)
		Chico de Paulo
		Tifa Martins
		São Luiz (parcial) (30%)
		Três Rios do Sul (parcial) (70%)
		Rau (parcial) (10%)
		Tifa Monos
		Nereu Ramos
		Ribeirão Cavalo
		Braço do Ribeirão Cavalo
	R5	Amizade
		Tifa Schuebert
		Três Rios do Norte
		Santo Antônio
		Vila Chartres
		Santa Luzia
		João Pessoa
	R6	Rau (parcial) (30%)
		Três Rios do Sul (parcial) (30%)
		Outros
Sistema Independente Santo Estevão		Santo Estevão, abastece duas casas, comunidades religiosas e infraestruturas públicas (escola, praça, terminal de ônibus e posto de saúde).

Fonte: SAMAE, 2025.

CAPÍTULO III

5 AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

5.1 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Para o detalhamento do sistema de abastecimento de água do município de Jaraguá do Sul, foram realizadas visitas técnicas em todas as etapas do sistema, passando pelos mananciais, captações, estações de tratamento de água, reservatórios e pontos de distribuição.

Através das vistorias realizadas em todo o sistema, foi possível diagnosticar, avaliar e validar as informações obtidas anteriormente, de forma teórica, supracitadas no levantamento de dados.

Na sequência será detalhado o atual sistema de abastecimento de água do município de Jaraguá do Sul.

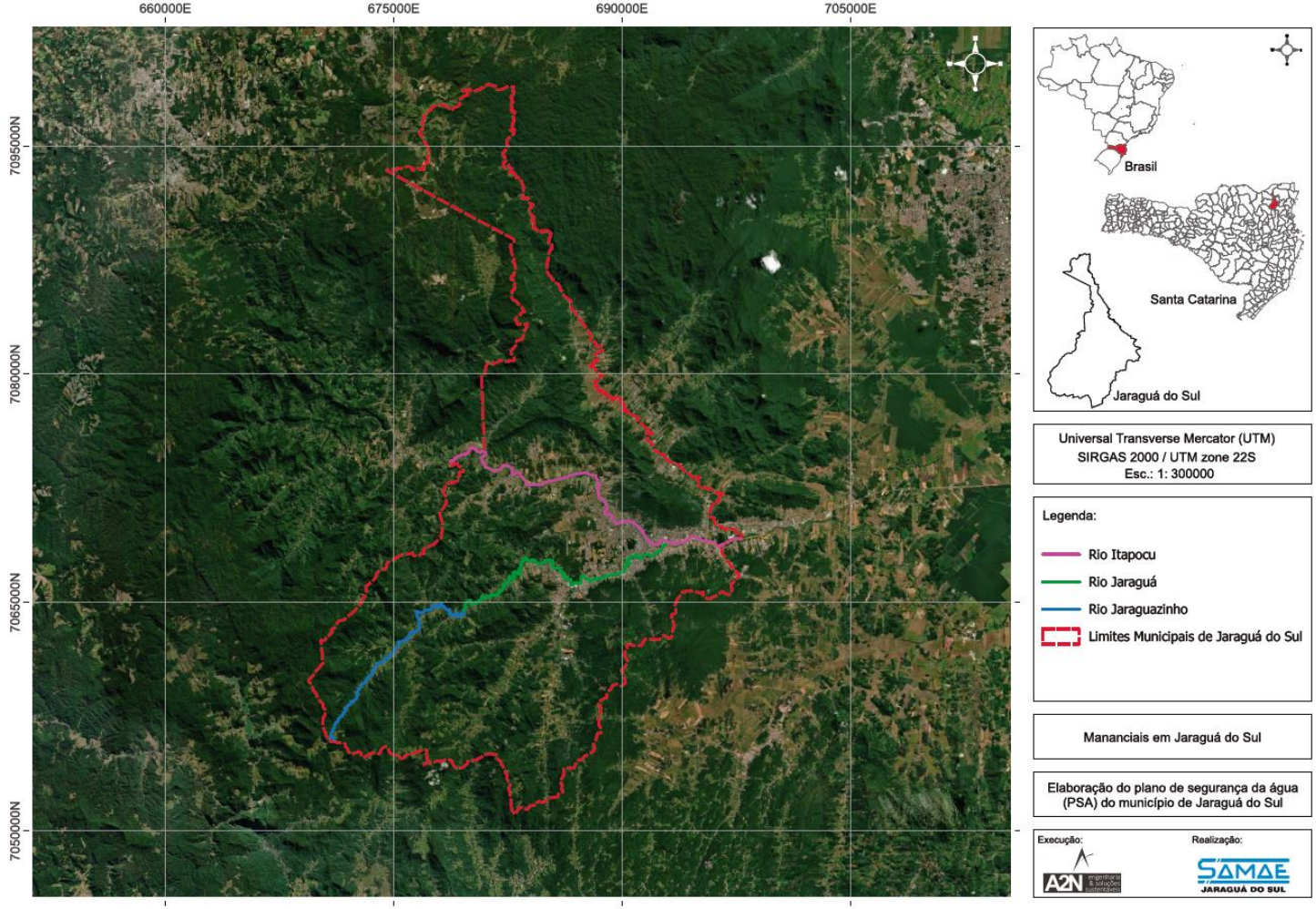
5.1.1 MANANCIAIS

Para atender a demanda populacional, as captações de água bruta no município de Jaraguá do Sul, são realizadas exclusivamente por meio de captações superficiais, não existindo no sistema de abastecimento captações subterrâneas.

Toda a água utilizada no abastecimento da cidade provém de dois importantes cursos d´água, sendo eles o Rio Itapocu, que possui uma captação junto a ETA Central e também o Rio Jaraguá, que possui captação junto a ETA Sul, conforme referenciados na Figura 5-1 e Apêndice XVII.

Existe também uma captação superficial próximo a uma nascente de um pequeno afluente, sem denominação, com foz no Rio Jaraguá, que supre a demanda de uma comunidade localizada no bairro Santo Estevão.

Figura 5-1. Mananciais utilizados para abastecimento público.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.1.1 Rio Itapocu

O Rio Itapocu (Figura 5-2) nasce na Serra do Mar, no município de Corupá, entre os municípios de Araquari e Barra Velha, sendo ele o principal curso d'água que atravessa o município de Jaraguá do Sul, desempenhando um papel vital na geografia e no abastecimento da região.

Com uma extensão de aproximadamente 150 km, o rio percorre diversos municípios até desaguar no Oceano Atlântico e seus principais afluentes são o Rio Piraí e o Rio Pitanga, contribuindo de forma crucial para a bacia hidrográfica.

Segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, que aborda informações quanto a classe dos rios desta bacia, dependendo do trecho, o rio é enquadrado em diferentes classes, que podem variar entre:

- Classe 1: Adequada para o abastecimento humano, após tratamento simplificado, recreação de contato primário (como natação), irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e a proteção das comunidades aquáticas;
- Classe 2: Permite o abastecimento humano após tratamento convencional, atividades de lazer e esportes, aquicultura e preservação da fauna e flora aquáticas.

No caso específico do Rio Itapocu, trechos do rio podem ser enquadrados como Classe 2, especialmente em áreas onde a atividade urbana e industrial é mais intensa, afetando a qualidade da água. Já em regiões mais preservadas, o enquadramento pode ser mais rigoroso.

Este rio é caracterizado por seu grande volume de águas, especialmente nos períodos de chuva, o que favorece atividades como a irrigação agrícola e o abastecimento urbano. Além disso, suas margens são ricas em vegetação ciliar, que desempenha um papel importante na preservação do ecossistema local, protegendo o solo contra erosões e ajudando na manutenção da qualidade da água.

Figura 5-2 - Rio Itapocu



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.1.2 Rio Jaraguá

O Rio Jaraguá (Figura 5-3) é um dos rios importantes que atravessa a cidade de Jaraguá do Sul, contribuindo para o sistema hídrico local. Com uma extensão aproximada de 12 km, ele corta áreas urbanas e rurais do município, sendo um afluente do Rio Itapocu. Suas águas são usadas para abastecimento urbano e agrícola, além de desempenharem um papel ecológico essencial para a cidade.

O rio possui uma vazão média de cerca de 1,5 m³/s, que pode variar significativamente durante o ano, especialmente no período das chuvas, quando há aumento nos níveis e na vazão.

Com uma profundidade média entre 1 e 3 metros, o Rio Jaraguá apresenta características típicas de rios de médio porte em regiões urbanizadas, sofrendo influências tanto das atividades humanas quanto das condições naturais da bacia hidrográfica do Itapocu.

O Rio Jaraguá é classificado como Classe 2, conforme enquadramento dos corpos d'água de Santa Catarina, estabelecido pelo Conselho Estadual de Recursos

Hídricos (CERH) na Resolução CERH nº 001/2008 que, por sua vez, adota a classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005 (CERH, 2008) (Figura 5-5).

A qualidade da água do Rio Jaraguá é monitorada regularmente, pois ele é uma fonte de captação superficial. No entanto, enfrenta desafios de poluição e assoreamento devido ao desenvolvimento urbano e industrial na área.

A gestão sustentável do rio é fundamental para manter seu papel na infraestrutura hídrica da cidade e para a preservação ambiental.

Figura 5-3. Rio Jaraguá



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.1.3 Afluente sem denominação (sistema independente – Santo Estevão)

A captação superficial existente neste afluente sem denominação (Figura 5-4), conforme supracitado, tem o objetivo de atender de forma única e exclusiva a comunidade no bairro Santo Estevão.

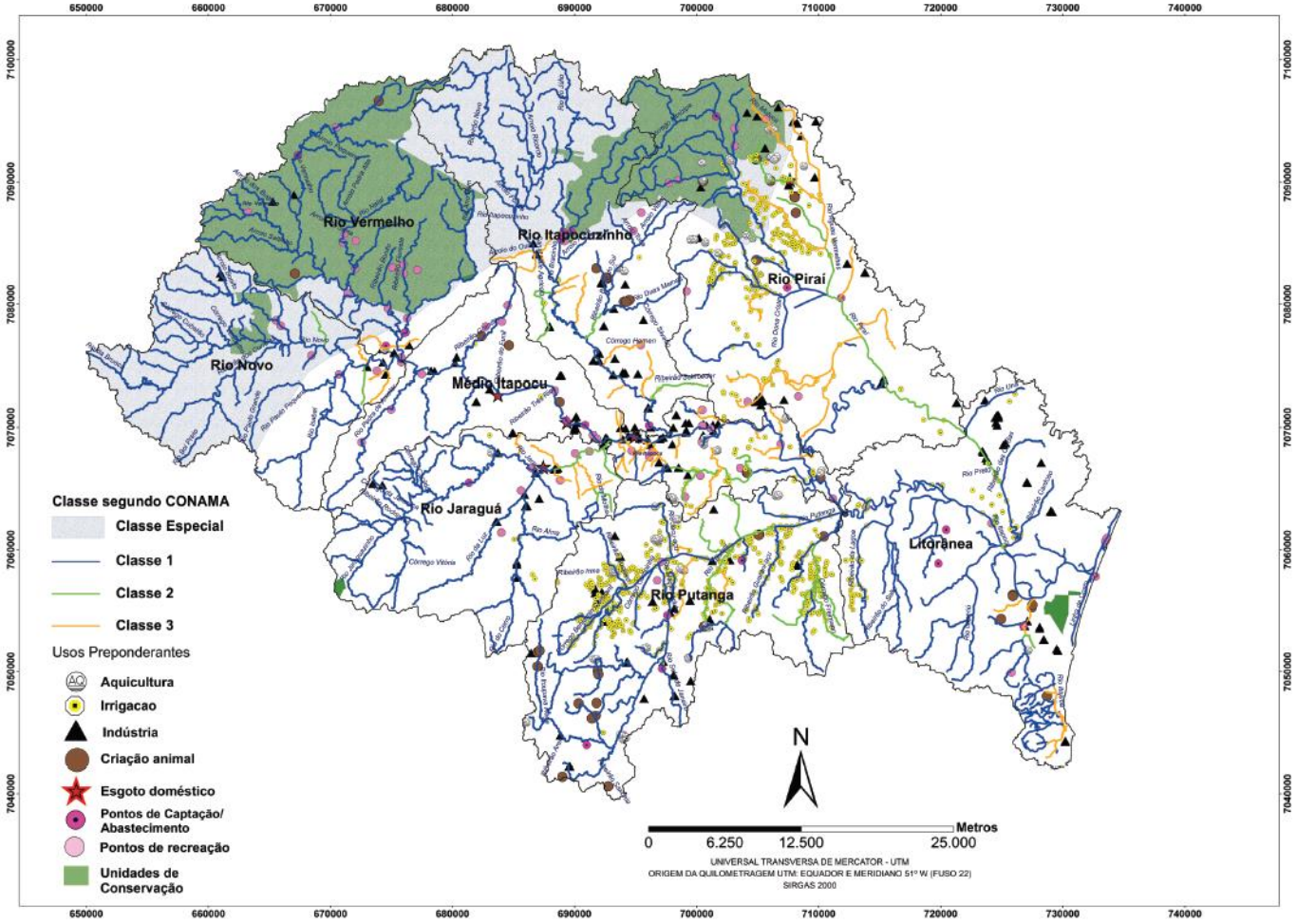
Por estar localizado em uma nascente, a excelente qualidade da água deste pequeno manancial é uma de suas principais características que justifica a continuidade na utilização desta captação.

Figura 5-4. Afluente sem denominação com sua foz junto ao Rio Jaraguá.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-5. Classificação dos Rios da Bacia do Itapocu.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, 2018.

5.1.2 CAPTAÇÕES

Atualmente existem três pontos de captações superficiais no município de Jaraguá do Sul que ficam localizadas nas proximidades das ETAs Central, Sul e do sistema independente (Santo Estevão), cada local operando com características diferentes.

5.1.2.1 ETA Central

Na ETA Central, o sistema de captação superficial (Figura 5-8 e Apêndice XVIII) ocorre junto ao Rio Itapocu e possui as coordenadas UTM 22J Longitude 689.326,59 m E, Latitude 7.070.600,92 m S. Ressalta-se que esta captação fica ao lado da ETA Central, estando apenas a 60 metros de distância até a primeira etapa do tratamento (Tanque de Sedimentação)

A captação é composta por duas balsas flutuante que podem operar de forma simultânea ou individuais. Cada balsa possui um gradeamento para evitar a sucção de objetos ou restos de vegetações e dois conjuntos de motobomba, com capacidade de sucção de até 600 l/s (Figura 5-6 e Figura 5-7).

Figura 5-6. Balsas das captações superficiais – ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-7. Balsas das captações superficiais – ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-8. Sistema de Captação Superficial junto a ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.2.2 ETA Sul

Na ETA Sul, a captação da água bruta ocorre no manancial denominado Rio Jaraguá, localizado nas coordenadas UTM 22J Longitude 681.344,00m E, Latitude 7.065.444,00m S, se encontrando apenas a 500 metros de distância da ETA Sul (Figura 5-15 e Apêndice XIX).

A captação ocorre por meio de um canal que direciona o fluxo da água bruta até o gradeamento, onde são retidos materiais mais grosseiros, como pedras, galhos e folhas (Figura 5-9 e Figura 5-10).

Na etapa seguinte da captação, a água bruta percorre uma galeria e chega até o poço, que foi construído ligado à casa de bombas e, a partir dele, existem duas bombas de recalque que encaminham a água bruta pela adutora até a entrada da ETA Sul junto a calha Parshall (Figura 5-11 a Figura 5-14).

Figura 5-9. Canal de entrada da captação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-10. Gradeamento da captação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-11. Vista superior dos poços de sucção.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-12. Casa de abrigo das bombas de recalque



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-13. Macromedidor do tipo carretel junto a adutora de água bruta.



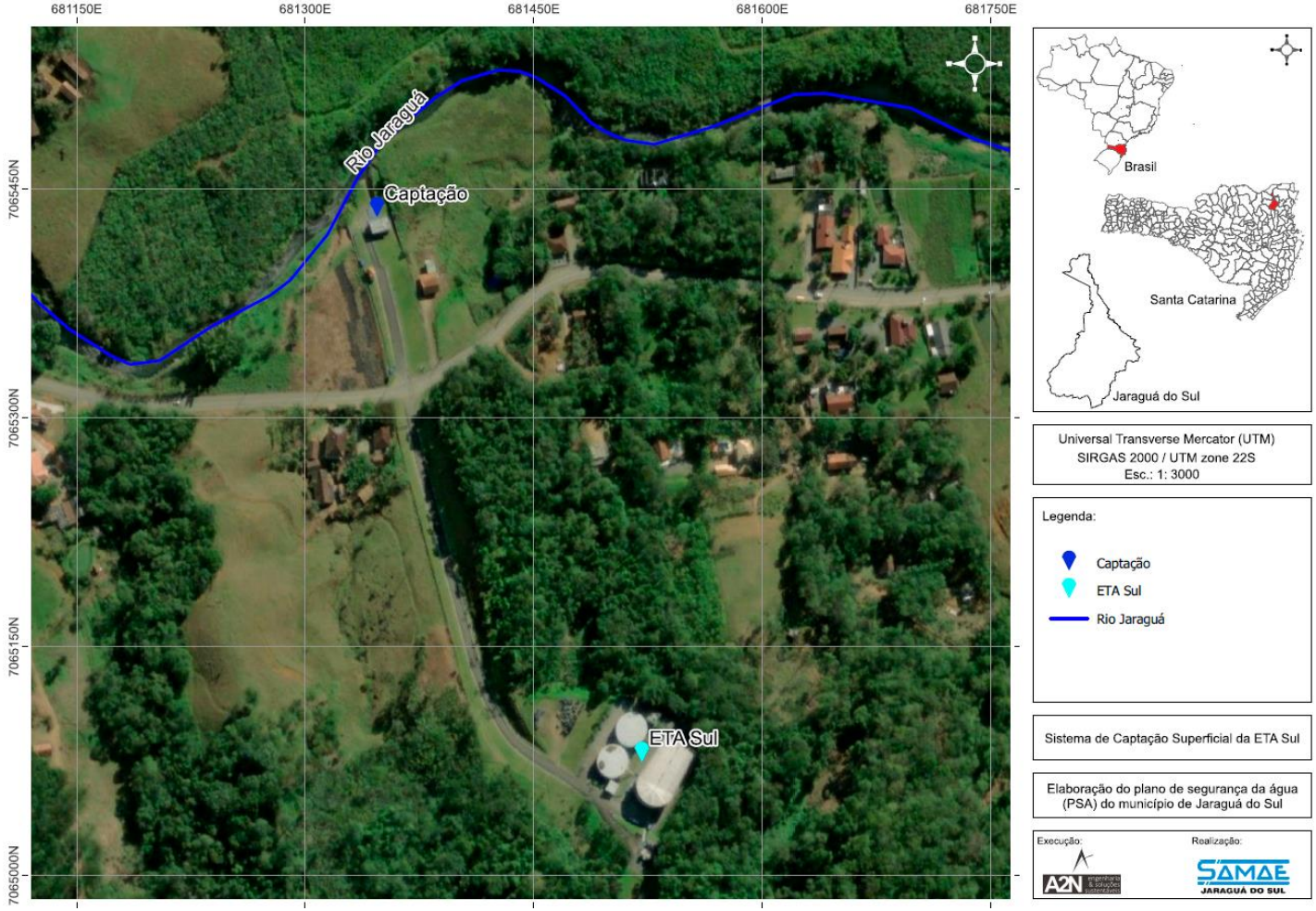
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-14. ETA Sul com vista da adutora de água bruta ao fundo.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-15. Sistema de Captação Superficial junto a ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.2.3 Santo Estevão

No sistema independente de tratamento de água junto ao bairro Santo Estevão, a captação da água bruta ocorre, conforme mencionado anteriormente, junto a um afluente sem denominação, estando localizado nas coordenadas UTM 22J Longitude 676.238,00m E, Latitude 7.064.644,00m S (Figura 5-18 e Apêndice XX).

A captação ocorre através de um pequeno barramento construído na calha deste afluente, onde existem tubos de PVC que drenam a água por gravidade até os filtros deste pequeno sistema, conforme Figura 5-16 e Figura 5-17.

Figura 5-16. Barramento junto ao afluente para captação da água bruta.



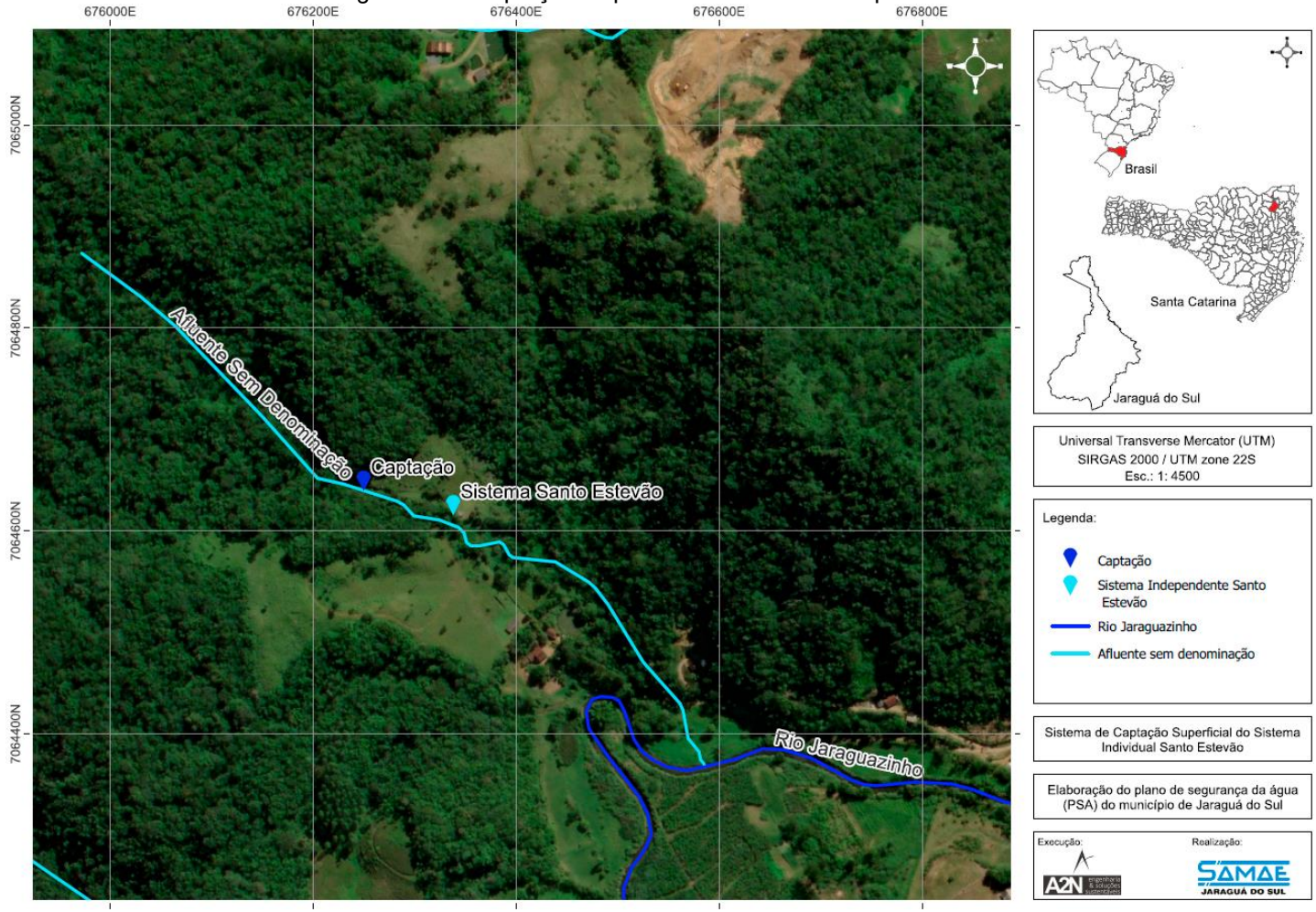
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-17. Barramento junto ao afluente para captação da água bruta.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-18. Captação Superficial do sistema independente.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

O município de Jaraguá do Sul, conta com um eficiente sistema de abastecimento de água que desempenha um papel fundamental na garantia da qualidade da água para população. As estações de tratamento de água (ETAs Central e Sul) do município são responsáveis por captar, tratar e distribuir água potável, seguindo rigorosos padrões de qualidade e atualmente abastecem 95,69% da população total de Jaraguá do Sul (SINISA, 2023).

5.1.3.1 ETA central

A ETA Central fica localizada na Rua Erwino Menegotti, nº 478, no Bairro Água Verde, instalada junto a sede administrativa do SAMAE. Ela foi inaugurada em 2018 e possui capacidade para tratar até 1.000 L/s (Figura 5-19)

Atualmente, a ETA Central é responsável por abastecer 80,0% da população de Jaraguá do Sul. Projetada com foco na qualidade da água e na sustentabilidade, a estação adota medidas para reduzir desperdícios e promover a eficiência energética. Além do uso de motores elétricos e lâmpadas de LED, a ETA conta com painéis solares, buscando alcançar a sustentabilidade por meio de tecnologias de ponta.

A estrutura da ETA Central é composta por dois módulos idênticos, que somam seis floculadores, oito decantadores e dez filtros, garantindo um processo de tratamento de água ainda mais seguro e eficiente.

Construída para atender às necessidades da população de forma sustentável, a estação foi projetada para assegurar o abastecimento de Jaraguá do Sul pelos próximos 40 anos.

Figura 5-19. Vista aérea da ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.1 Pré-sedimentação

Após a captação da água bruta (1ª Etapa) realizada junto ao Rio Itapocu, localizada ao lado da ETA Central, a água bruta é recalcada por uma tubulação com diâmetro de 950 mm até o tanque de pré-sedimentação (2ª Etapa), conforme Figura 5-20 e Figura 5-21.

Figura 5-20. Adutora de água bruta logo após a captação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-21. Medidor de vazão ultrassônico instalado na adutora de água bruta.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Nesta fase ocorre a sedimentação (Figura 5-22 e Figura 5-23) das partículas mais pesadas, tais como areia e lama que não ficam retidas no gradeamento da captação. Este processo de sedimentação ocorre através da diferença da densidade dos componentes juntamente com a ação da gravidade, fazendo com que haja separação de fases, ou seja, o material mais pesado se desloca para o fundo do tanque de sedimentação e na parte superior ocorre o transbordamento da água clarificada, sendo despejada na calha lateral do sedimentador e transportada até a calha *Parshall*.

O maior benefício desta etapa é a diminuição da turbidez da água, refletindo em uma economia no quantitativo da dosagem de coagulante que será dosado na etapa seguinte.

A eliminação da areia nesta etapa, reflete em menos atrito junto aos componentes do sistema de tratamento, ocasionando um aumento na vida útil destes.

Figura 5-22. Vista lateral do Sedimentador e da adutora que transporta a água bruta.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-23. Vista superior do Sedimentador.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.2 Pré-oxidação

Logo após a saída da água bruta do sedimentador até a chegada na calha *Parshall*, inicia o processo de pré-oxidação (3ª Etapa) (Figura 5-24 e Figura 5-25), onde é feita a adição de cloro na água, cujo objetivo é oxidar matéria orgânica provenientes dos mananciais bem como a oxidação de metais, como o ferro e o manganês, permitindo a remoção nas próximas etapas do tratamento. Nesta mesma etapa são eliminadas também bactérias, vírus e protozoários causadores de doenças que possam estar presentes na água.

Figura 5-24. Adição de Cloro no canal da água bruta após a sedimentação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-25. Canal de água bruta a montante da calha *Parshall*.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.3 Coagulação

Nesta etapa de coagulação (4ª Etapa) (Figura 5-26 e Figura 5-27), a água recebe a adição de um coagulante, geralmente inorgânico e catiônico, que desestabiliza as partículas coloidais presentes na água.

Essas partículas, que não sedimentam naturalmente devido às forças de repulsão elétrica, são desagregadas, facilitando a formação de flocos maiores que podem ser removidos com mais facilidade nas etapas subsequentes, como a floculação e a decantação.

A eficácia desse processo depende de uma rápida agitação inicial para garantir a dispersão do coagulante e a correta dosagem, ajustada conforme a vazão de água e verificada por testes laboratoriais.

O coagulante tem sua dosagem feita através de uma dosadora que trabalha de acordo com a vazão de água na calha *Parshall*, com aferição sendo feita por um medidor ultrassônico instantâneo. A quantidade de coagulante que é inserido na água, tem sua dosagem determinada a partir de ensaios de Jair Test, que são realizados frequentemente pelo técnico operacional no laboratório da ETA Central.

Figura 5-26. Dosagem do coagulante na calha *Parshall*.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-27. Saída da calha *Parshall.*



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.4 Sala de analisadores

Entre o processo de captação da água bruta até a sua chegada na calha *Parshall*, a ETA Central possui um local denominado de “sala de analisadores” (Figura 5-28 e Figura 5-29), onde concentram-se equipamentos utilizados para aferir de forma instantânea a vazão de captação da água bruta tanto no início da adutora como também na chegada da calha *Parshall*, além de outros medidores que fazem a aferição do pH, turbidez e condutividade elétrica (Figura 5-30 a Figura 5-33).

Figura 5-28. Sala de analisadores.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-29. Vista interna da sala de analisadores.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-30. Sensor de condutividade.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-31. Medidor de turbidez.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-32. Display do macromedidor de vazão instalado junto a adutora de água bruta.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-33. Display do macromedidor de vazão instalado na calha *Parshall*.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.5 Floculação

Após a adição do cloro e do coagulante na fase anterior, após a saída da Calha *Parshall*, se inicia a etapa de floculação (5ª Etapa) (Figura 5-34 e Figura 5-35). Cada floculador da ETA Central dispõe de quatro câmaras com agitadores mecânicos de baixa velocidade de forma a permitir que ocorra a floculação (Figura 5-36 e Figura 5-37). O processo de floculação tem como objetivo formar flocos maiores e mais densos a partir das partículas desestabilizadas.

Durante a floculação, a água é agitada de forma lenta e controlada, permitindo que as partículas menores se unam em aglomerados, ou flocos, que são mais fáceis de remover.

Esse processo é essencial para garantir que as impurezas sejam suficientemente grandes para sedimentarem ou serem separadas nas etapas seguintes, como a decantação e a filtração. A eficiência da floculação depende do tempo de agitação, da velocidade e da composição química da água.

Nesta etapa a água recebe a dosagem de carvão ativado, cujo objetivo é a eliminação de cor, odor, gosto, óleos e também remover substâncias orgânicas dissolvidas na água através do mecanismo da adsorção.

Figura 5-34. Floculadores na ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-35. Entrada da água bruta nos dois módulos de Floculadores.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-36. Refletor utilizado para facilitar o controle e visualização da formação de flocos.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-37. Módulo dos floculadores com iluminação por refletor.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.6 Decantação

Nesta etapa (6ª Etapa) ocorre a sedimentação dos flocos nos decantadores (Figura 5-38 e Figura 5-39). A ETA Central possui decantadores de alta taxa, onde a separação dos flocos ocorre sem a agitação e a saída da água decantada acontece por meio de um fluxo no sentido ascendente, passando por lonas inclinadas em 45º que auxiliam no processo e, posteriormente, a água é coletada no topo por meio de calhas.

Nesta etapa, ocorre uma segunda dosagem de cloro, denominada intercloração, tendo como objetivo também oxidar a matéria orgânica e metais, como o ferro e o manganês que podem ainda estarem presentes na água.

Figura 5-38. Decantadores da ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-39. Decantadores da ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

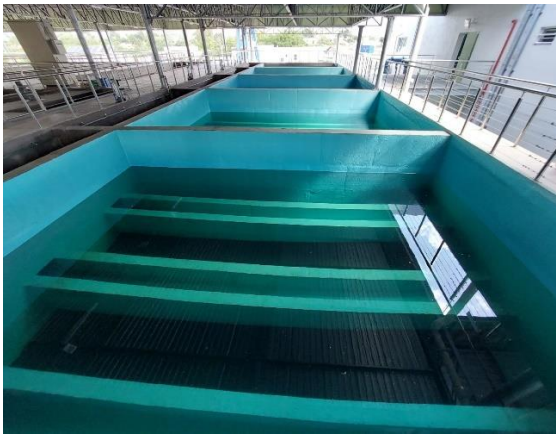
5.1.3.1.7 Filtração

A ETA Central conta com dez filtros, sendo eles de fluxo descendente e suas camadas são compostas por areia, carvão, antracito e pedregulhos de diferentes granulometrias (Figura 5-40 e Figura 5-41).

Esta última etapa (7ª Etapa), tem o objetivo de reter fisicamente as partículas ainda presentes na água.

Os filtros da ETA Central trabalham com uma capacidade média superior a 100 L/s, e são submetidos a processo de retrolavagem a cada 48 horas de operação.

Figura 5-40. Sistemas de Filtros da ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-41. Sistemas de Filtros da ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.8 Sopradores e Compressores

Os sopradores são equipamentos fundamentais para o processo de limpeza de filtros, onde geralmente estes filtros são compostos por camadas de areia e carvão ativado, acumulando impurezas durante a filtração da água bruta, sendo então necessário o procedimento de manutenção através dos sopradores para garantir a eficiência do sistema (Figura 5-42 e Figura 5-43).

Na ETA Central, a limpeza dos filtros ocorre por meio do processo de retrolavagem, onde o fluxo de água é invertido, removendo os resíduos retidos no meio filtrante.

Os sopradores de ar são utilizados para insuflar ar comprimido na base dos filtros, promovendo a agitação e desprendendo partículas aderidas.

Já os compressores geram o ar pressurizado, onde são utilizados para o funcionamento das válvulas e comportas pneumáticas

Esta combinação de equipamentos otimiza a manutenção dos filtros, prolongando sua vida útil e mantendo a qualidade da água tratada.

Figura 5-42. Sala dos sopradores e compressores.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-43. Compressora utilizados no sistema da ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.9 Tanque de contato

Após sair dos filtros, a água filtrada segue para um processo de adição de produtos químicos, cada um com uma finalidade específica para garantir a potabilidade da água que será distribuída à população.

O primeiro tratamento é a quelação, onde é adicionado o Ortopolifosfato de Sódio. Esse produto químico tem a função de sequestrar íons metálicos, como ferro e manganês remanescentes, que podem causar a coloração avermelhada da água na rede de distribuição.

A quelação ocorre na tubulação de água filtrada, que fica entre a estação de tratamento e o tanque de contato (Figura 5-45).

No tanque de contato, a água passa por processos de desinfecção, fluoretação e correção de pH. O tanque da ETA Central tem capacidade para armazenar até 1,1 milhão de litros de água, além de assegurar a homogeneização dos produtos químicos adicionados (Figura 5-44).

A desinfecção é realizada com Cloro Gás, um potente biocida e agente oxidante que inativa microrganismos ainda presentes na água, penetrando suas membranas celulares.

Para a fluoretação, é aplicado o Ácido Fluossilícico, que garante a presença de flúor na água. O flúor, quando absorvido pelo organismo, atua na prevenção de cáries dentárias.

A correção de pH é feita para manter a água próxima à neutralidade. No tratamento, o pH pode ser reduzido pelo uso de produtos ácidos, como o PAC e o cloro gás. Quando necessário, o hidróxido de cálcio é dosado para ajustar o pH, garantindo que a água distribuída pelo SAMAE esteja dentro dos padrões de qualidade.

Figura 5-44. Tanque de Contato – ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-45. Adutora de chegada da Água Tratada junto ao Tanque de Contato.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.10 Sistema de recalque da água tratada

Após o fim do processo de tratamento, no tanque de contato, a água tratada que já passou por análises físico-químicas para controle de padrões que a identificam como potável é encaminhada para os reservatórios através de uma série de bombas de recalque, instaladas ao lado do tanque de contato (Figura 5-46 e Figura 5-47).

A ETA Central está localizada em cota baixa, desta forma é necessário o uso de bombeamento para transportar a água para seis reservatórios localizados em pontos com cota mais elevada na cidade.

Já os reservatórios, por estarem dispostos em pontos mais altos, abastecem à população por meio da gravidade.

Figura 5-46. Bombas de Recalque de Água Tratada – ETA Central



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-47. Painéis de Controle das Bombas de Recalque – ETA Central



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

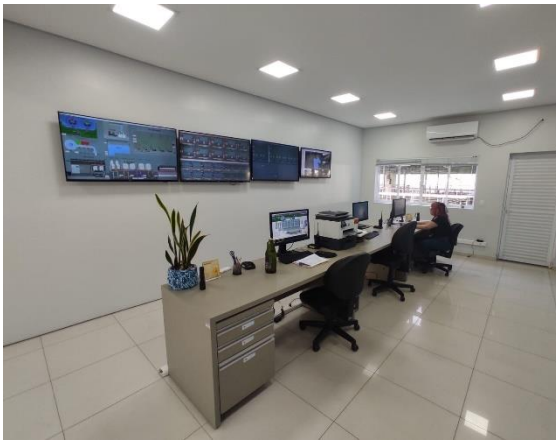
5.1.3.1.11 Sala de operações – ETA Central

A ETA Central possui um sistema automatizado onde, a partir de um sistema tecnológico de automação, todas as etapas do tratamento de água, inclusive as dosagens de produtos químicos, podem ser realizadas através da sala de operação.

A operação deste sistema de automação pode ser realizada por computador que fica alocado na sala de operações da ETA Central, assim como via IHMs (telas que permitem a interação entre o operador e equipamentos do sistema de tratamento) que ficam distribuídas pela estação e também podem ser acessadas via aplicativo instalado em celulares (Figura 5-48 a Figura 5-50).

O operador da ETA Central, através do sistema de automação implantando no celular, consegue visualizar remotamente todo o sistema de tratamento, desde sua captação da água bruta até o sistema de bombeamento (recalque) da água tratada. Enfatiza-se que mesmo com toda perfeição do sistema de automação, o operador realiza rondas frequentes no sistema de tratamento para verificar as condições físicas das etapas e garantir que os dados estão coerentes com o encontrado *in loco*.

Figura 5-48. Sala de Operações – ETA Central



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-49. Tela do sistema de automação na Sala de Operações – ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-50. Sistema de automação acessado via aplicativo instalado em celular.



Fonte: SAMAE, 2025.

O SAMAE também utiliza um sistema de telemetria que interliga os principais reservatórios e estações de recalque de água tratada (ERAT) junto a ETA Central. Este sistema permite monitorar os níveis dos reservatórios e realizar os ajustes necessários nas bombas que abastecem, remotamente, tendo maior controle e segurança no abastecimento, podendo ser notado qualquer comportamento fora dos padrões (vazamentos ou extravasamento) em tempo real.

5.1.3.1.12 Armazenagem e dosagem de produtos químicos

A armazenagem de produtos químicos é uma etapa crítica que requer cuidados específicos para garantir a segurança dos trabalhadores, a integridade ambiental e a eficiência no processo de tratamento da água.

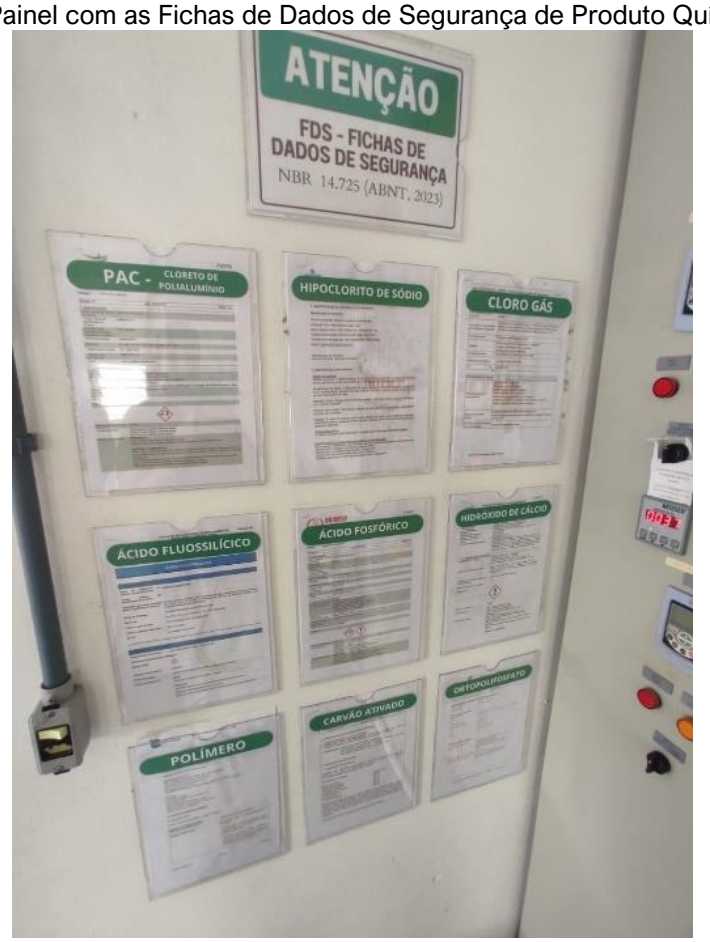
Estes produtos, como coagulantes, cloro, agentes de ajuste de pH, dentre outros, devem ser armazenados em locais adequados, devidamente identificados e ventilados, com sistemas de contenção para evitar vazamentos.

Quanto à segurança, é fundamental que os locais de armazenamento e dosagem sejam projetados com todas as medidas necessárias para garantir a proteção tanto dos servidores que manuseiam os produtos quanto do meio ambiente.

Além das precauções tomadas pela empresa, os servidores, especialmente os técnicos e operadores, devem seguir rigorosamente todas as orientações e procedimentos de segurança e consultar as Fichas de Dados de Segurança de Produtos Químicos (FDS) para prevenir acidentes.

Na ETA Central, essas fichas estão disponíveis digitalmente e também impressas, posicionadas em locais de fácil acesso e sem exposição a riscos. A Figura 5-51 ilustra onde essas fichas estão colocadas, neste caso junto a sala de preparo de polímeros na ETA Central.

Figura 5-51. Painel com as Fichas de Dados de Segurança de Produto Químicos (FDS).



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Em relação a dosagem de produtos químicos utilizam-se bombas dosadoras, que devem ser selecionadas de acordo com as características específicas de cada produto químico, a vazão de dosagem necessária e as condições do ponto de dosagem, como altura e distância em relação ao dosador.

Na escolha da bomba mais adequada, é fundamental considerar a resistência dos componentes da bomba ao contato com o produto químico, optando por aquela que oferece maior compatibilidade.

Existem diversos tipos de bombas dosadoras, sendo utilizado na ETA Central os seguintes tipos:

- Bomba dosadora com diafragma: opera por deslocamento positivo, realizando o processo por meio do movimento do diafragma, que aumenta e diminui o volume da câmara, permitindo o transporte da substância;

- Bomba dosadora de deslocamento positivo helicoidal: trata-se de um equipamento rotativo de deslocamento positivo que se movimenta de forma constante, preservando as características do líquido transferido. Um rotor helicoidal de aço gira dentro do estator, formando cavidades que transportam o líquido entre a sucção e a descarga;
- Bomba dosadora com motor de passos: possui um diafragma acionado por um motor de passo e é controlada por um microprocessador, garantindo uma dosagem precisa e contínua.

Cada modelo de bomba dosadora possui características específicas, assim como vantagens e desvantagens relacionadas ao seu princípio de funcionamento. Em outras palavras, cada tipo de bomba é mais adequado para determinadas situações, dependendo das necessidades específicas do processo de dosagem.

No que se refere aos produtos químicos utilizados na ETA Central para realização do tratamento da água, a seguir estão descritos todos os produtos utilizados no processo:

- Policloreto de alumínio – PAC (utilizado na etapa de coagulação para auxiliar o processo de floculação);
- Cloro Gás (utilizado na desinfecção, pré-cloração e inter-cloração);
- Hipoclorito de sódio comercial (utilizado como reserva do cloro gás);
- Carvão ativado (sendo utilizado para a adsorção de partículas que conferem sabor e odor a água);
- Ácido fluossilícico (utilizado na fluoretação);
- Ortopolifosfato de sódio (responsável pelo sequestro de partículas de ferro e manganês);
- Hidróxido de cálcio em suspensão aquosa (correção de pH);
- Ácido fosfórico alimentício (utilizado para limpezas em geral).

Cada produto químico mencionado acima possui suas contenções necessárias para vazamentos ou derramamentos conforme suas particularidades. Ressalta-se, também, que as tubulações dos produtos químicos são pintadas conforme a cor representante de sua natureza, exemplos:

- Laranja (Produto Ácido);
- Roxo (Produto Básico);
- Amarelo (Gás).

A seguir, são apresentadas as principais características e como cada um dos produtos químicos são armazenados e os meios utilizados para a dosagem.

- PAC – Policloreto de Alumínio

O PAC, ou Policloreto de Alumínio, é um produto químico inorgânico com uma composição de cloretos de alumínio, que atua facilitando a agregação de partículas em suspensão na água, formando flocos que podem ser facilmente removidos no processo de decantação ou filtração. Ele é fornecido a granel, conforme ABNT NBR 15784:2017 - Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano e ABNT NBR 14725 - Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente e Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2021 - Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Um resumo com seus parâmetros, especificações e unidade são informados na sequência junto a Tabela 5-1.

Tabela 5-1. Especificações do PAC.

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE
TEOR DE Al_2O^3	9,0 - 11	% m/m
BASICIDADE	55,0 - 67,0	% m/m
DENSIDADE A 25°C	1,1 - 1,4	g/cm³
TEMPERATURA	Máx. de 40	°C
TURBIDEZ	Máx. de 50	NTU
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	Máx. de 0,1	mL/L
ASPECTO	Líquido viscoso límpido	-
COR	Claro a âmbar	-
ODOR	Característico	-
FÓRMULA QUÍMICA BRUTA	Aln(OH)mCl3n-m	-

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE
MATERIAL INSOLÚVEL	Máx. de 0,1	g/L
TOXIDADE [1]	**Limites máximos permitidos (mg/kg)**	
ARSÊNIO (As)	4,4	mg/kg
BÁRIO (Ba)	311,1	mg/kg
CÁDMIO (Cd)	2,2	mg/kg
CHUMBO (Pb)	4,4	mg/kg
CROMO (Cr)	22,2	mg/kg
MERCÚRIO (Hg)	0,4	mg/kg
PRATA (Ag)	22,2	mg/kg
SELÊNIO (Se)	4,4	mg/kg

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

NOTA:

1. Os limites de toxicidade foram calculados, com base no Anexo XX da Portaria de Consolidação n° 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017 e assumindo uma dosagem máxima (DMU) de Policloreto de Alumínio (PAC) de 225 mg/L.

Na ETA Central, o PAC é armazenado em dois tanques com capacidade de 25.000 L cada, onde, para dosagem na calha *Parshall*, são utilizadas duas dosadoras que coletam o produto diretamente dos tanques de armazenamento, conforme Figura 5-52.

Figura 5-52. Tanques de armazenamento de PAC na ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

- Cloro liquefeito

O cloro liquefeito é o cloro em estado líquido obtido por compressão e resfriamento do gás cloro (Cl_2). Ele é amplamente utilizado em diversas indústrias, principalmente para a desinfecção de água potável e tratamento de efluentes.

Seu armazenamento é feito em cilindros, conforme norma ABNT NBR 15.784:2017 – Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano, ABNT NBR 14725 – Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente, Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, alterado pela Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde e ABNT NBR 13295 – Manuseio de Cilindros de Cloro. Um resumo com seus parâmetros e especificações são informados na sequência junto a Tabela 5-2.

Tabela 5-2. Propriedades do Cloro Liquefeito.

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
CLORO (Cl_2)	> 99,5%	% v/v Cl_2
FERRO TOTAL	< 15	ppm
SÓLIDOS TOTAIS FIXOS	< 100	ppm
UMIDADE	< 0,015	% em peso

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

Em relação ao sistema de armazenamento de dosagem de cloro gás, ele é armazenado junto a uma sala apropriada, onde estão dispostos oito cilindros de cloro liquefeito com capacidade de armazenamento unitário de até 900Kg, conforme Figura 5-53.

Figura 5-53. Sala de armazenamento e dosagem do Cloro Liquefeito – ETA Central.

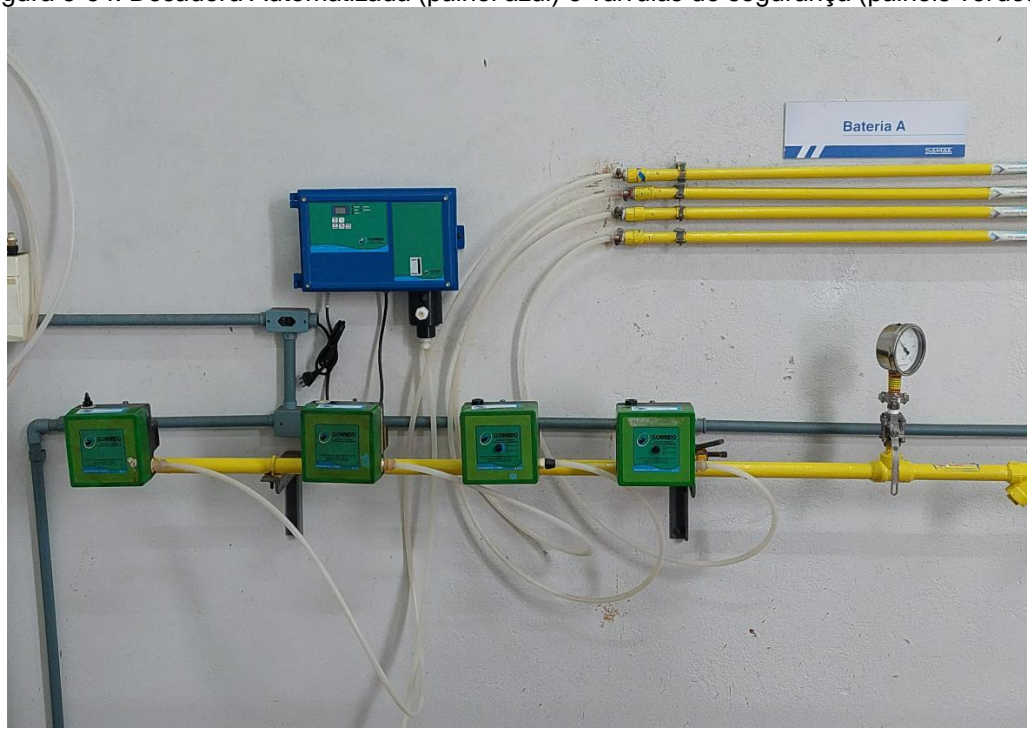


Fonte: A2N Engenharia, 2025.

A dosagem é feita sempre a partir de dois cilindros conectados, nos quais o cloro, em sua forma gasosa, é liberado e passa por quatro válvulas de segurança que controlam sua passagem para aplicação em diferentes etapas do tratamento.

A dosagem de cloro gás no tanque de contato é realizada por meio de uma dosadora automatizada, controlada pelo supervisório da ETA Central, enquanto as dosagens em outros pontos, como pré-cloração, são feitas manualmente com o uso de rotâmetros (Figura 5-54).

Figura 5-54. Dosadora Automatizada (painel azul) e válvulas de segurança (painéis verdes).



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Em relação à segurança, a sala de armazenamento do cloro gás conta com um sistema secundário de lavador de gases e alarme contra vazamentos, automatizados, onde, na ocorrência de vazamento de cloro, é ativado um alarme sonoro e acionado o lavador de gases, que realiza a exaustão e neutraliza o produto (Figura 5-55).

Figura 5-55. Detector de Cloro Gás (DCM 2000) – ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

- Hipoclorito de sódio

O hipoclorito de sódio é amplamente utilizado em Estações de Tratamento de Água (ETAs) como um desinfetante eficaz para garantir a potabilidade da água. Ele atua na eliminação de microrganismos patogênicos, como bactérias, vírus e protozoários, tornando a água segura para consumo humano.

Na ETA Central, ele é mantido como uma reserva de emergência, para desinfecção da água no lugar do cloro gás, em ocasiões emergências ou manutenções do sistema.

O produto possui forma aquosa, alcalina, de coloração amarelada, límpida e de odor característico, fornecido a granel, conforme norma ABNT NBR 15784:2017 - Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano, ABNT NBR 14725 - Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente e Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2021 - Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, deverá atender as características conforme norma NBR 11833. Um resumo com seus parâmetros e especificações são informados na sequência junto a Tabela 5-3.

Tabela 5-3. Especificações do Hipoclorito de Sódio.

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
CLORO ATIVO (% massa como Cl)	MÍNIMO 10,0	%
MATERIAL INSOLÚVEL	Isento	-
DENSIDADE MÍNIMA DE RECEBIMENTO	1,2	-
TOXICIDADE: MERCÚRIO	Máx. 0,6	mg/kg

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

O hipoclorito de sódio é armazenado na ETA Central em dois tanques de 3.000 L de capacidade cada, conforme Figura 5-56.

Figura 5-56. Tanques de armazenamento do Hipoclorito de Sódio.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

- Carvão ativado

O carvão ativado atua como um adsorvente, ou seja, possui a capacidade de atrair e reter moléculas ou partículas na sua superfície, que no qual possui características porosa, permitindo a retenção de substâncias orgânicas, odores, sabores desagradáveis, e alguns contaminantes químicos, como pesticidas e compostos voláteis.

Seguindo os requisitos e diretrizes, o carvão ativado utilizado na ETA Central, segue a norma ABNT NBR 15784:2017 - Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano, ABNT NBR 14725 – Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente e Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, alterado pela Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. Os parâmetros operacionais deverão atender os parâmetros da norma ANSI/AWWA. Um resumo com seus parâmetros e especificações são informados na sequência junto a Tabela 5-4.

Tabela 5-4. Especificações do Carvão ativado.

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
Nº DE IODO	Mín. 800	mg/g
ÍNDICE DE FENOL	Máx. 3,5	g/L
TEOR DE CINZAS	Máx. 10	%
ÍNDICE DE UMIDADE	30% +/- 2	%
GRANULOMETRIA		
PENEIRA ABNT N 100	Mín. 99	%
PENEIRA ABNT N 200	Mín. 95	%

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

O produto é entregue em sacas de 25 kg e armazenado em uma sala específica. Nessa mesma sala, realiza-se o preparo do produto para dosagem nos floculadores da ETA Central, conforme Figura 5-57 e Figura 5-58.

Para a dosagem do carvão ativado na estação, são utilizados dois tanques de 3.000 L cada, nos quais é adicionado um saco de carvão em cada tanque, sendo o conteúdo completado com água. Após a preparação da solução, duas dosadoras de deslocamento positivo encaminham o produto até os floculadores.

Figura 5-57. Tanques para preparo do Carvão Ativado.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-58. Painel de comando dos tanques de preparo do Carvão Ativado.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

- Ácido fluossilícico

O ácido fluossilícico, também conhecido como ácido hexafluossilícico (H_2SiF_6), é um composto químico inorgânico utilizado principalmente na fluoretação da água potável e na produção de fluoretos.

O produto é fornecido na forma líquida de coloração clara, levemente amarelado, fortemente ácido, com odor picante característico e corrosivo, próprio para utilização em tratamento de água para abastecimento público, conforme norma ABNT NBR 15784:2017 - Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano, ABNT NBR 14725 - Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente e Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2021 - Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Um resumo com seus parâmetros e especificações são informados na sequência junto a Tabela 5-5.

Tabela 5-5. Descrição do ácido fluossilícico.

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
TEOR DE H_2SiF_6	Mín. de 20,0	%
DENSIDADE	Mín. de 1,17	g/cm3

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
ACIDEZ (devida a outros ácidos expressos em HF)	Máx. 1	%
MATERIAL EM SUSPENSÃO	Isento	-
TOXICIDADE [1]		
ARSÊNIO (As)	Máx. 160	mg/kg
CROMO (Cr)	Máx. 800	mg/kg
CHUMBO (Pb)	Máx. 160	mg/kg

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

NOTA:

1. Para uma dosagem máxima (DMU) de 6,25 mg/L do produto.

O ácido fluossulícico é armazenado na ETA Central em dois tanques com capacidade de 3.000 L cada e também em um tanque intermediário de 1.000 L, onde este, é utilizado para abastecimento das dosadoras que fazem a dosagem diretamente no tanque de contato, conforme Figura 5-59 e Figura 5-60.

Figura 5-59. Tanque para armazenamento do Ácido Fluossílicico (ao centro).



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-60. Tanque intermediário de Ácido Fluossílicico.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

- Ortopolifosfato

O ortopolifosfato é um composto químico, um tipo de fosfato. Ele é usado principalmente para o controle de incrustações em tubulações e equipamentos, evitando a formação de depósitos de cálcio e magnésio, que podem prejudicar o funcionamento de sistemas de distribuição de água.

No tratamento de água, o ortopolifosfato atua como um sequestrante, ou seja, ele liga-se aos íons de cálcio e magnésio, evitando que esses formem depósitos sólidos de carbonato ou outros compostos insolúveis. Isso é especialmente útil em áreas com água dura (alta concentração de minerais como cálcio e magnésio), onde esses compostos podem se acumular em tubos e equipamentos, prejudicando o fluxo de água. Um resumo com seus parâmetros e especificações são informados na sequência junto a Tabela 5-6.

Tabela 5-6. Especificações do Ortopolifosfato.

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
ESTADO FÍSICO	Líquido viscoso e denso	-
COR	Incolor	-
QUALIDADE DO LÍQUIDO	Sem turbidez e sem depósitos	-
SOLUBILIDADE EM ÁGUA	100	%
PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO	Isento	-
FÓSFORO TOTAL	33,00 A 36,80	(% em massa como P_2O_5)
FÓSFORO REATIVO	9,30 a 13,80	(% em massa como PO_4)
FÓSFORO TOTAL	14,40 a 16,06	(% em massa como P)
FOSFATOS CONDENSADO/ HIDROLISÁVEL	30,36 a 39,94	(% em massa como PO_4)
DENSIDADE	1,53 a 1,57	g/cm³
pH	5,0 +/- 0,5	
CONCENTRAÇÃO	Mínimo de 55,0	% em massa
INSOLÚVEIS	Máximo 0,10	(% em massa)

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
TOXIDADE		
Atender todos os Requisitos Toxicológicos – Tabela 2 NBR 15007:2017	-	-
Atender todos os Requisitos Toxicológicos – Tabela 2 NBR 15007:2017	-	-
Atender NBR 15784	DMU 10	mg/kg (Base Seca)
Estabilidade - (Atender Anexo H da NBR 15007:2017)	Máximo 10	%
Determinação da Capacidade de complexação do Ferro	máximo 10	%
Capacidade de manter o complexo ferroso	Cor Máx. 15	mag/L PtCo

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

O ortopolifosfato possui um sistema de armazenamento na ETA Central composto por dois tanques de 3.000 L cada, onde, é transferido diariamente uma determinada quantidade para o tanque intermediário de 1.000 L, conforme Figura 5-61. Posterior a este último tanque as dosadoras de ortopolifosfato fazem a sucção do produto e encaminham para dosagem na tubulação de água filtrada.

Figura 5-61. Tanques de Ortopolifosfato.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

- Hidróxido de cálcio

O hidróxido de cálcio, também conhecido como cal hidratada ou cal apagada (fórmula química: $Ca(OH)_2$), desempenha um papel importante no tratamento de água em Estações de Tratamento de Água (ETAs).

Ele é utilizado para correção de pH da água filtrada, bem como na alcalinização da água bruta para otimização da coagulação química, conforme norma ABNT NBR 15784:2017 - Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano e ABNT NBR 14725 - Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente e Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, alterado pela Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. Um resumo com seus parâmetros e especificações são informados na sequência junto a Tabela 5-7.

Tabela 5-7. Especificações – Hidróxido de Cálcio.

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
TEOR DE CAL $(OH)_2$	28 (mínimo) a 32 (máximo)	%
SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO HCl (C_aCO_3)	1,80 máximo	%
HIDRÓXIDO DE MAGNÉSIO – Mg $(OH)_2$	1,20 máximo	%
SUSPENSÃO (estabilidade da suspensão)	94 mínima em 24 horas (proveta de 1.000 ml)	%
TEOR MÁXIMO DE INSOLÚVEIS EM HCl (SiO_2+Resíduos Insolúveis)	0,50 máximo	%
MATERIAL RETIDO EM PENEIRA DE 0,075 mm (insolúveis em água)	1,5 máximo	%
ASPECTO	Branco leitoso	
MASSA ESPECÍFICA	1,10 a 1,30	g/mL
VISCOSIDADE (Copo Ford 4 mm)	17 s máximo	
TOXICIDADE [1]		
DIOXINA E FURANOS	Em conformidade com Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017e ABNT NBR 15.784:2017.	-
IMPUREZAS METÁLICAS		-
FLUORETO		-
RADIONUCLÍDEOS		-

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

NOTA:

1. Para uma dosagem máxima de uso mínimo de 600 mg/L do produto.

Na ETA Central, o hidróxido de cálcio é armazenado em dois tanques com capacidade de 10.000 L cada e sua dosagem ocorre por meio de duas dosadoras

localizadas dentro da própria contenção do produto, onde retiram hidróxido de cálcio diretamente do tanque, conforme Figura 5-62.

Figura 5-62. Tanques de armazenamento de hidróxido de cálcio.



Fonte: A2N Engenharia, 2024.

- Ácido fosfórico

O ácido fosfórico 85% alimentício pode ser empregado na Estação de Tratamento de Água (ETA) para fins semelhantes aos de outras formas de ácido fosfórico, especialmente na proteção contra a corrosão em sistemas de distribuição de água potável.

Mesmo sendo de grau alimentício, ele é usado de maneira controlada e segura no tratamento de água.

Na ETA Central, o ácido fosfórico é utilizado na limpeza de superfícies de decantadores, floculadores, filtros e reservatório de armazenamento e distribuição de água. A aquisição e armazenamento dele é feito em galões de 25 Kg cada, conforme Figura 5-63. Um resumo com seus parâmetros e especificações são informados na sequência junto a Tabela 5-8.

Tabela 5-8. Especificações do ácido fosfórico.

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
ASPECTO	Líquido viscoso incolor	-
TEOR DE PUREZA	85 (mínimo)	%
CLORETOS	0,002 (máximo)	%
SULFATOS	= MAX (400,00)	(ppm)
METAIS PESADOS	= MAX (10,00)	(ppm)
ARSÊNIO	=MAX (2,00)	(ppm)
FLUORETOS	= MAX (0,001)	%
FERRO	= MAX (25,00)	(ppm)
DENSIDADE	= MIN (1,6850)	(g/ml)
TEOR DE FÓSFORO P_2O_5	= MIN (61,60)	%

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-63. Galão de armazenamento do Ácido Fosfórico.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

- Polímero

Os polímeros são amplamente utilizados nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), especialmente nos processos de coagulação e floculação. Eles ajudam a melhorar a eficiência na remoção de partículas e contaminantes da água.

Na ETA Central o polímero não tem seu uso empregado com frequência, pois depende das condições específicas da água bruta, onde o PAC sozinho não é suficiente para promover a formação adequada de floco.

No entanto, ele é o único produto químico utilizado no tratamento de lodo da ETA Central, tendo como finalidade auxiliar na separação da parte sólida (lodo) da água presente nas descargas de fundo e retrolavagens dos filtros da estação. Seu armazenamento é feito em galões de 25 Kg conforme Figura 5-64. Um resumo com seus parâmetros e especificações são informados na sequência junto a Tabela 5-9.

Tabela 5-9. Especificações do Polímero.

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE
VISCOSIDADE BULK	500 – 2000	cps
SÓLIDOS NÃO-VOLÁTEIS	36,0 – 43,0	%
VISCOSIDADE UL	4.30 – 5.70	cps
ACRILAMIDA RESIDUAL	0 – 499	ppm

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-64. Armazenamento dos polímeros em galões de 25 Kg.



Fonte: A2N Engenharia, 2024.

Figura 5-65. Equipamento de preparo do polímero.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-66. Bombas para arraste do polímero.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.13 Laboratório físico-químico - ETA Central

Na ETA Central, existe um laboratório específico para a realização de análises com testes mais simples de resultados rápidos e com periodicidade diária (Figura 5-67). São realizadas análises tais como pH, Cor, Turbidez, Cloro, Flúor e também o *Jar Test* (Figura 5-68 a Figura 5-72).

Figura 5-67. Laboratório – ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-68. Colorímetro visual.



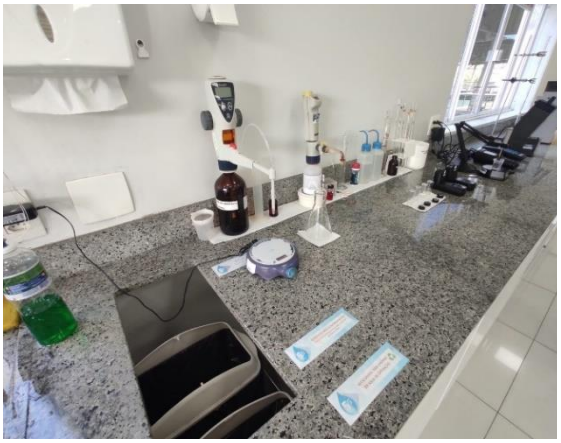
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-69. Turbidímetro 2100Q



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-70. Bureta digital – Alcalinidade.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-71. Fluorímetro e Colorímetro (digital).



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-72. Jar Test.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.1.14 Tratamento de lodo

A ETA Central possui um sistema de tratamento de lodo que passa pelas seguintes etapas:

- Equalização: receber todos os efluentes gerados pela ETA e equalizar vazões e concentrações de lodo, facilitando as próximas etapas de tratamento; (Figura 5-73)

Floculação: aplicação de produto químico (polímero, auxiliar de floculação) para juntar a parte sólida do efluente em partículas/flocos maiores para sedimentarem no decantador; (

- Figura 5-74)
- Decantação: nesta etapa ocorre a sedimentação do efluente, conseguindo reduzir o percentual de água. O clarificado separado nessa etapa é devolvido ao corpo hídrico; (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**)
- Adensamento: o adensador recebe o efluente concentrado do decantador e permite separar ainda mais o clarificado do lodo concentrado, permitindo aumentar a concentração de sólidos que irá para a última etapa (desaguamento). Da mesma forma que no decantador, o clarificado separado retorna ao corpo hídrico; (**Erro! Fonte de referência não e ncontrada.**)
- Homogeneização: etapa que consiste em homogeneizar o lodo adensado para encaminhamento a etapa de desaguamento; (Figura 5-77)

- Desaguamento: etapa mecanizada que tem a finalidade de reduzir o volume de líquido presente no lodo, tornando-o transportável como material sólido a granel. O clarificado também pode ser devolvido ao corpo hídrico. No Samae de Jaraguá do Sul, esse processo é realizado através de uma prensa parafuso que possui em sua entrada um reator na qual é aplicado polímero para concentrar o máximo possível o lodo para ser removido através de um caracol transportador tipo helicoidal e um cesto filtrante; (Figura 5-78)
- Transporte e destinação: consiste em promover a destinação adequada do lodo da ETA. (Figura 5-79 e Figura 5-80)

Figura 5-73. Tanque de equalização.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-74. Floculador



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-75. Decantador



Fonte: A2N Engenharia, 2024.

Figura 5-76. Adensador



Fonte: A2N Engenharia, 2024.

Figura 5-77. Tanque de homogeneização.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-78. Prensa hidráulica.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-79. Caçamba para descarte e transporte do lodo.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-80. Lodo descartado dentro da caçamba.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.2 ETA Sul

A ETA Sul está localizada na Rua Elsa Trapp Meier no Bairro Garibaldi e possui capacidade para tratar até 160 L/s, sendo responsável pelo abastecimento de 20,0% da população de Jaraguá do Sul (Figura 5-81).

Figura 5-81. Imagem aérea da ETA Sul.



Fonte: SAMAE, 2025.

5.1.3.2.1 Coagulação

Na chegada da água bruta a ETA Sul, ocorre o primeiro processo químico, onde é realizada a dosagem de coagulante (Cloreto de Polialumínio – PAC de alta basicidade) (Figura 5-82).

A determinação da dosagem é realizada pelo Técnico/Operador da ETA. Com base nas informações do medidor de vazão e no jarro de dosagem. O controle da dosadora é remoto, pela sala de operação, através da mesa de operação. Ajustando a quantidade dosada através da porcentagem de dosagem (Figura 5-83).

Figura 5-82. Entrada da água bruta – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-83. Dosagem de coagulante junto a Calha *Parshall* – ETA Sul



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.2.2 Floculação

Após a dosagem do coagulante e mistura rápida na etapa anterior, a água passa por tanques de floculação, onde ocorre agitação controlada. Isso facilita o crescimento dos flocos, tornando-os suficientemente grandes e pesados para serem removidos nas etapas seguintes (Figura 5-84 e Figura 5-85).

A ETA Sul, possui tanques de floculação que utilizam agitadores verticais dotados de motores elétricos, fazendo com que todo o material sólido entre em suspensão na superfície da água, permitindo assim a remoção mecânica de toda a matéria sólida.

Figura 5-84. Agitador vertical – Floculação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-85. Agitador vertical – Floculação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.2.3 Decantação

A água floculada é direcionada para decantadores. Nesse processo, os flocos maiores sedimentam no fundo dos tanques, separando-se da água limpa que segue para o próximo estágio.

A ETA Sul possui decantadores de alta taxa, onde a taxa de separação dos flocos ocorre sem a agitação, e a saída da água decantada acontece por meio de um fluxo no sentido ascendentes, passando por lonas inclinas em 45º que auxiliam no processo, onde após esta etapa, a água é coletada no topo do decantador, através de calhas. Ressalta-se que recentemente, os decantadores foram impermeabilizados para maior eficiência e durabilidade (Figura 5-86 e Figura 5-87).

Figura 5-86. Decantadores – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-87. Decantadores – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.2.4 Filtração

Na ETA Sul são empregados filtros rápidos de fluxo descendente com dupla camada (areia e carvão antracito), sua lavagem é realizada apenas com água e a frequência em que são lavados, dependem de variáveis como a turbidez da água bruta, arraste de flocos nos decantadores, condições do leito filtrante e vazão de operação da estação, podendo ser diário ou a cada 48 horas. (Figura 5-88 e Figura 5-89).

Figura 5-88. Tanques de filtragem – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-89. Tanques de filtragem – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.2.5 Tanque de contato e reservação

Após a etapa de filtração, a água segue para o tanque de contato, onde receberá a dosagem de produtos químicos para desinfecção, fluoretação e, se necessário, a correção de pH, de forma a garantir a qualidade da água que será distribuída.

Na ETA Sul, diferente da ETA Central, o tanque de contato são os próprios reservatórios de água tratada localizados ao lado da estação, sendo eles dois tanques com capacidade total de 3.000 m³ cada. Estes reservatórios podem ser operados de forma independente ou em conjunto, interligados por uma tubulação. Normalmente eles trabalham em conjunto, recebendo a água filtrada em um deles e distribuindo para o outro. Um dos benefícios desse formato, é a possibilidade de realização de limpezas ou manutenções, sem interrupções na distribuição de água. (Figura 5-90 e Figura 5-91).

A água filtrada adentra nos reservatórios que possuem divisórias que delimitam um caminho preferencial, permitindo assim, tempo de contato suficiente entre a água e os produtos químicos para garantir sua potabilidade.

Figura 5-90. Tanque de Contato e Reservação 1 – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-91. Tanque de Contato e Reservação 2 – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.2.6 Sala de operações

Na ETA Sul, o sistema de automação é composto por duas partes distintas: uma integrada a um supervisório (computador) para a operação da captação, monitoramento da vazão de água bruta e distribuição (níveis dos reservatórios e vazão de distribuição), e outra por uma mesa de comandos destinada ao controle manual de equipamentos, como válvulas, comportas, dosadoras de coagulante, bombas de lavação de filtros e bombas de serviço utilizadas em análises laboratoriais, conforme Figura 5-92 e Figura 5-93.

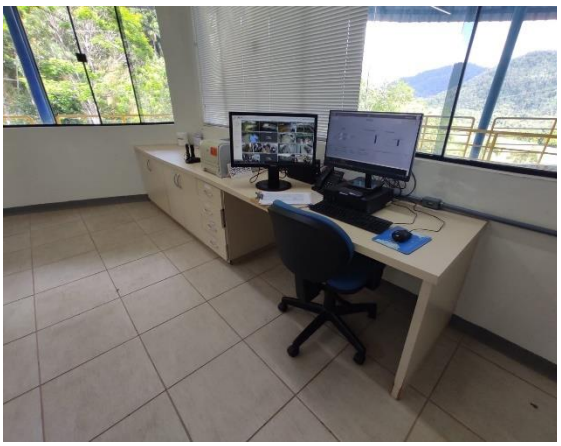
Conforme mencionado, o abastecimento na ETA Sul é realizado exclusivamente por gravidade. Além disso, o nível dos reservatórios e a vazão de distribuição podem ser monitorados pelo mesmo supervisório utilizado para a operação da captação, garantindo maior eficiência no gerenciamento do sistema.

Figura 5-92. Mesa de operação – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-93. Sala de operações – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.2.7 Armazenagem e dosagem de produtos químicos

Na Estação de Tratamento de Água (ETA) Sul, são empregados os seguintes produtos químicos para o processo de tratamento de água:

- Policloreto de Alumínio (PAC): utilizado na etapa de coagulação;
- Hipoclorito de Sódio: gerado *in loco* e também na forma comercial, aplicado na desinfecção da água;
- Ácido Fluossilícico: utilizado para fluoretação.

A seguir, são apresentadas as principais características e como cada um dos produtos químicos são armazenados e os meios utilizados para a dosagem.

- PAC – Policloreto de Alumínio

As especificações relativas ao PAC, já foram previamente apresentadas no item 5.1.3.1.12.

Na ETA Sul, o PAC é armazenado em um local externo em dois tanques com capacidade de 25.000 L cada, onde o produto é enviado para outros dois tanques internos de 1000 L e através destes, são utilizadas dosadoras para aplicação do produto, conforme Figura 5-94 a Figura 5-97.

Figura 5-94. Tanques externos de 25.000 L de PAC.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-95. Tanques internos de 1000 L de PAC.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-96. Bombas dosadoras de PAC.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-97. Medidor de dosagem do PAC.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

- Hipoclorito de Sódio Gerado in loco e Comercial

Na ETA Sul, a desinfecção da água é realizada com hipoclorito de sódio gerado in loco na própria estação e também de forma comercial, quando necessário.

Em relação ao Hipoclorito de Sódio gerado *in loco*, onde esse método, que emprega apenas sal de cozinha recebido e estoque em sacos de 25 Kg (Figura 5-98), água e energia elétrica, elimina a necessidade de transporte, armazenamento e manuseio de cloro. O sistema de preparo, produção e dosagem é totalmente

automatizado, sendo necessário apenas o reabastecimento de sal por parte dos operadores (Figura 5-99).

A geração da solução oxidante ocorre por meio da eletrólise da salmoura, utilizando insumos de fácil acesso e baixo custo: água, cloreto de sódio (sal comum) e energia elétrica. A eletrólise é realizada a partir de uma solução de salmoura a 3%. Como o ponto de saturação do sal é de 30%, um sistema chamado saturador é utilizado para alcançar a concentração ideal de 3%. Esse sistema requer apenas a adição de água, sal e ajustes nas dosadoras (Figura 5-100 e Figura 5-101).

Figura 5-98. Sacos de sal de 25 Kg.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-99. Solução saturada de cloreto de sódio.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-100. Gerador de Hipoclorito de Sódio.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-101. Gerador de Hipoclorito de Sódio.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

A solução de salmoura a 3% é injetada de forma contínua e automática na célula eletrolítica, onde ocorrem as reações eletroquímicas que convertem o cloreto de sódio em hipoclorito de sódio. A célula é composta por um corpo com volume suficiente para garantir o tempo de contato necessário para a reação eletrolítica e a produção da solução. Os eletrodos de titânio da célula recebem energia elétrica em corrente contínua (DC), e, devido à condutividade da solução de cloreto de sódio, ocorre a dissociação eletrolítica pela ação da corrente polarizada, positiva e negativa.

A presença e a ação dos radicais livres de oxigênio atuam antes do cloro, estabilizando sua ação. Esse fenômeno explica a redução no consumo de cloro e a obtenção de teores mais estáveis de cloro residual nos pontos críticos da rede.

O sistema de geração de hipoclorito de sódio *in loco* permite a produção de soluções com concentrações que variam de 0,4% a 0,8% de cloro livre. Entre os benefícios desse sistema, destacam-se:

- Maior potencial bactericida, devido à ação dos radicais livres de oxigênio;
- Redução de até 60% na aplicação de alcalinizantes** para correção final do pH;
- Maior segurança ambiental, já que o sistema não utiliza suprimentos contaminantes ou perigosos;
- Operação simplificada, exigindo apenas a reposição de cloreto de sódio (sal comum) e ajustes no sistema;
- Produção limpa, sem geração de resíduos poluentes ou subprodutos.

Quanto ao Hipoclorito de Sódio Comercial, ele é armazenado em um tanque de 1.000 litros, onde fica estocado dentro da mesma contenção do hipoclorito de sódio gerado (Figura 5-102). O tanque abastece por meio de tubulação uma dosadora que fica localizada na sala de dosagem, onde duas dosadoras (uma reserva e outra em operação) do tipo diafragma possuindo vazão máxima de 20 L/h, realizam a dosagem no reservatório, quando necessário (Figura 5-103).

Figura 5-102. Tanques para armazenamento do Hipoclorito de Sódio Comercial e o Gerado in loco.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-103. Dosadora de Hipoclorito de Sódio Comercial.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

- Ácido Fluossilícico

As especificações relativas ao Ácido Fluossilícico, já foram previamente apresentadas no item 5.1.3.1.12.

Em relação a fluoretação, ela é exigida por lei onde a concentração ideal de flúor na água varia conforme as características da região. No estado de Santa Catarina, segundo a Portaria nº 421, de 13 de maio de 2016, é determinado que a concentração ideal de íon fluoreto seja de 0,08 mg/l, com um mínimo de 0,7 mg/l e máximo de 1,0 mg/l.

Seu armazenamento é feito em dois tanques internos separados, que alimentam por meio de tubulações duas dosadoras do tipo diafragma de vazão máxima de 5 L/h (uma em operação, outra reserva), situadas na sala de dosagem, conforme Figura 5-104 e Figura 5-105.

Figura 5-104. Tanques de armazenagem do Ácido Fluossilícico.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-105. Bombas dosadoras de ácido Fluossilícico.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.2.8 Laboratório físico-químico - ETA Sul

A ETA Sul também dispõe de um laboratório para análises físicas e químicas que são realizadas geralmente pelos técnicos operadores da ETA, tais como pH, alcalinidade, cor, turbidez, cloro residual, flúor, além do teste de jarros para determinação da dosagem de coagulante (Figura 5-106 a Figura 5-111)

Figura 5-106. Bancada – Laboratório ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-107. Equipamento de *Jar Test* – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-108. Colorímetro visual – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-109. Analisador de pH e Bureta digital (alcalinidade) – ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-110. Clorímetros para aferição do flúor e cloro - ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-111. Bancada dos equipamentos – Laboratório ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.3.3 Sistema Independente – Bairro Santo Estevão

Na região do bairro Santo Estevão, existe um sistema independente de tratamento de água, cujo objetivo é o atendimento de prédios públicos sendo eles uma escola, uma praça, um posto de atendimento de saúde e uma igreja.

Por questões topográficas, facilidade na manutenção e excelente eficiência deste sistema, ele é mantido para o abastecimento desta região. As etapas deste sistema são simplificadas, passando pela captação junto a um afluente sem denominação, cuja nascente é próxima a captação, que segue para uma pequena caixa de areia e posteriormente para dois filtros “lentos” que trabalham em paralelo, abastecendo na etapa seguinte um pequeno reservatório onde é realizado a aplicação das pastilhas de cloro para tratamento da água, que em seguida é distribuída para os locais supracitados (Figura 5-112 a Figura 5-115).

Figura 5-112. Captação – Sistema Independente Santo Estevão.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-113. Caixa de areia – Sistema Independente Santo Estevão.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-114. Entrada do filtro – Sistema Independente Santo Estevão.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-115. Saída do filtro – Sistema Independente Santo Estevão.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-116. Reservatório – Sistema Independente Santo Estevão.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-117. Sistema para dosagem da pastilha de cloro – Sistema Independente Santo Estevão.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.4 DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO

A existência de reservatórios em um sistema de distribuição de água potável é de extrema importância para garantir o abastecimento contínuo e eficiente à população. Eles funcionam como estruturas estratégicas que armazenam água tratada, permitindo o equilíbrio entre a oferta e a demanda, especialmente em horários de pico de consumo. Além disso, os reservatórios garantem a pressão adequada na rede de distribuição, evitando falhas no fornecimento e garantindo que a água chegue a todas as áreas,

incluindo regiões mais elevadas ou distantes. Em situações de emergência, como falhas no sistema de tratamento ou interrupções no bombeamento, os reservatórios atuam como uma reserva crítica, assegurando que a população não fique desabastecida. Dessa forma, eles são essenciais para a eficiência, segurança e confiabilidade do sistema de distribuição de água potável.

Após o término do processo de tratamento, a próxima etapa consiste na distribuição da água potável para a população. É essencial que o operador da Estação de Tratamento de Água (ETA) compreenda o sistema de distribuição, uma vez que ele é responsável por determinar a quantidade de água a ser produzida e enviada para a rede de distribuição. A água tratada é distribuída pelo SAMAE por meio de uma rede de tubulações que, de acordo com dados do SINISA (2023), possui um total de 945,90 km de extensão.

A ETA Sul, conforme descrito anteriormente, abastece 20% da população de Jaraguá do Sul, e por estar localizada em um local geograficamente alto, a distribuição da água tratada ocorre por meio da gravidade, não sendo necessário nenhum tipo de bombeamento, utilizando-se apenas de boosters em alguns pontos na de distribuição.

A ETA Central, localizada em um ponto baixo da cidade, precisa bombear água para seis reservatórios principais (R1, R2, R3, R4, R5 e R6) (Figura 5-118 a Figura 5-127), que a redistribuem para o restante da população atendida. Esse processo ocorre parte por gravidade e parte por meio de sistemas de recalque de água tratada (Boosters), estrategicamente instalados em diferentes pontos do município.

Alguns reservatórios do SAMAE, até o ano de 2020, operavam no modelo de abastecimento em marcha, onde primeiro eram abastecidas as residências e depois os reservatórios, o que frequentemente causava rompimentos nas redes devido à alta pressão.

Para solucionar este problema, foram implantadas novas redes que direcionam a água diretamente aos reservatórios, garantindo uma distribuição mais eficiente para a população.

Figura 5-118. Reservatório R1 – Tanque A.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-119. Reservatório R1 – Tanque B.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-120. Reservatório R2 – Tanque A.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-121. Reservatório R3 – Tanque A.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-122. Reservatório R3 – Tanque A e B.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-123. Reservatório R4 – Tanque A.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-124. Reservatório R4 – Tanque B.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-125. Reservatório R5 – Tanque A.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-126. Reservatório R5 – Tanque A e B.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-127. Reservatório R6.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

O SAMAE, atualmente possui um sistema de reservação com total de 54 reservatórios distribuídos em pontos estratégicos do município, com capacidade total de armazenamento de 25.315 m³ de água tratada. Na Tabela 5-10 temos a relação dos reservatórios existentes no município de Jaraguá do Sul.

Tabela 5-10. Relação dos reservatórios do SAMAE em Jaraguá do Sul.

	RESERVATÓRIO	COTA (m)	CAPACIDADE (m³)	NÚMERO DE RESERVATÓRIOS	COORDENAS UTM 22J	
					E (m)	S (m)
01	ETA Central (Tq. Contato) (1)	31,5	1.150	1	689.240,84	7.070.512,64
02	R1 (1)	55	2.050	2	689.833,34	7.070.116,03
03	R2 (1)	82	2.000	2	690.723,64	7.068.961,42
04	R3 (1)	74	4.000	2	691.655,76	7.069.944,82
05	R4 (1)	128	2.000	2	687.055,66	7.070.433,93
06	R5 (1)	108	4.500	2	688.916,12	7.075.548,27
07	R6 (Picolli) (1)	65	2.000	1	687.626,50	7.071.278,82
08	ETA Sul (2)	123,97	3.000	2	6815.15,01	7.065.095,16
09	Águas Claras (1)	98	280	3	6940.77,73	7.067.880,42
10	Krause (1)	94	550	1	695.118,04	7.068.097,31
11	Molha (2)	187	450	1	691.936,38	7.064.721,27
12	Boa Vista Escola (1)	140*	200	2	692.804,51	7.067.423,17
13	Ribeirão Cavalo (1)	62	200	2	681.062,62	7.071.871,90
14	Max Doering (1)	140	100	1	690.996,12	7.071.184,70
15	Jaraguá 84 (2)	99*	30	2	683.249,63	7.065.801,75
16	Jaraguá 84 (2)	150*	100	2	683.314,94	7.065.490,54
17	Caravaggio Fibra (1)	200	50	1	694.027,44	7.067.194,12

	RESERVATÓRIO	COTA (m)	CAPACIDADE (m³)	NÚMERO DE RESERVATÓRIOS	COORDENAS UTM 22J	
					E (m)	S (m)
18	Aldrovandi (2)	252	50	3	692.168,94	7.064.939,40
19	Padre Aluísio Boeing (2)	105*	20	1	687.982,09	7.064.935,18
20	Tifa Schubert (1)	100*	30	1	690.448,90	7.073.287,21
21	ERAT Ilha da Figueira (1)	35*	600	1	693.937,43	7.068.492,03
22	ERAT Rinaldo Bogo (1)	26	200	2	692.621,82	7.068.534,06
23	ERAT Parque de Eventos (2)	29	200	2	690.278,07	7.067.161,80
24	ERAT Chico de Paulo (Firenzi) (2)	65	200	2	686.855,88	7.069.727,66
25	Intermidiário Molha (2)	125	500	2	691.321,78	7.065.617,00
26	ERAT Pista de Atletismo (Manfrini) (2)	40	200	2	687.811,36	7.067.563,93
27	SI Santo Estevão (4)	115*	15	1	676.334,86	7.064.602,58
32	Nereu Ramos - Reformado	93*	40	1	682.282,23	7.072.774,31
28	Santa Luzia (3) (demolido)	110	240	2	685.806,56	7.081.976,25
29	R6 (Picolli) Antigo (desativado)	65	100	1	687.626,50	7.071.278,82
30	Boa Vista (desativado)	249*	100	1	692.654,11	7.066.705,14
31	Cohab (desativado)	68*	55	1	687.930,19	7.071.584,64
33	Três Rios do Norte (desativado)	90*	75	1	684.594,71	7.074.746,85
34	Caravaggio Alvenaria (desativado)	200	30	1	694.027,44	7.067.194,12

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

5.1.5 ERATs E EATs

Até 2020, o SAMAE utilizava sistemas independentes de tratamento de água para atender bairros situados em áreas elevadas do município. No entanto, esses sistemas eram bastante impactados pelas condições climáticas, tanto durante períodos de chuvas intensas quanto em épocas de seca. Em algumas ocasiões, era necessário recorrer ao abastecimento desses bairros com caminhões-pipa.

Para resolver esse problema e garantir maior segurança na qualidade da água fornecida a essas regiões, foram implantadas as Estações de Recalque de Água Tratada (ERATs) bem como Elevatórias de Água Tratada (EATs) ou *Boosters*. Totalmente automatizadas, essas estações asseguram o abastecimento contínuo dos reservatórios e junto à população que antes dependiam dos sistemas independentes.

Na sequência temos a Tabela 5-11 com a relação atual de todas as ERATs e EATs utilizadas pelo SAMAE.

Tabela 5-11. Relação das ERATs e EATs do SAMAE em Jaraguá do Sul.

ITEM	BAIRRO	RUA	TAG
1	CZERNIEWICZ	JOÃO DOBRAWA	EAT R301
2	CZERNIEWICZ	MAX DOERING	ERAT R301
3	CZERNIEWICZ	HENRIQUE MARQUART	EAT R302
4	CZERNIEWICZ	ILDO FORMIGARI	EAT R303
5	CZERNIEWICZ	CARLOS SCHULZ	EAT R304
6	AMIZADE	PEDRO GESSER	EAT R305
7	BAEPENDI	EMMA RUMPEL BARTEL	EAT R306
8	VILA LALAU	IDA BRIDI	EAT R307
9	VILA LALAU	BERNARDINA BITTENCOURT	EAT R308
10	VILA LALAU	WALDEMAR GRUBBA	ERAT R302
11	VIEIRA	GERMANO HANSCH	EAT R309
12	VIEIRA	HENRIQUE FERNANDO GERMANO MIELKE	EAT R310
13	VIEIRA	JORGE KOHLER	EAT R311
14	VIEIRA	GUSTAVO LESSMANN	EAT R312
15	ILHA DA FIGUEIRA	MARIA ANTONIA DA SILVA MASCARENHAS	EAT R313
16	ILHA DA FIGUEIRA	RINALDO BOGO	ERAT R303
17	BOA VISTA	DOMINGOS ROSA	EAT R314

ITEM	BAIRRO	RUA	TAG
18	VILA NOVA	WALDEMAR RABELO	EAT R315
19	ILHA DA FIGUEIRA	JACOB DA SILVA	ERAT R304
20	ILHA DA FIGUEIRA	MARTIM KOCHELLA	ERAT R305
21	ÁGUAS CLARAS	ÁGUAS CLARAS	ERAT R306
22	ILHA DA FIGUEIRA	MARTIM KOCHELLA	EAT R316
23	ILHA DA FIGUEIRA	ANTONIO BERNARDO SCHMITZ	EAT R317
24	ILHA DA FIGUEIRA	ANTONIO BERNARDO SCHMITZ (2)	EAT R318
25	ILHA DA FIGUEIRA	AVELINO FLORIANO DE BORBA	EAT R319
26	ILHA DA FIGUEIRA	JOSE ALVERINO PLEBANI	EAT R320
27	ILHA DA FIGUEIRA	CARLOS OECHSLER	EAT R321
28	SANTA LUZIA	CARLOS FREDERICO RAMTHUM	EAT R501
29	JOÃO PESSOA	RUDOLPH CARLOS EMILIO LANGE	EAT R503
30	JOÃO PESSOA	MARIA HELENA DOS SANTOS DE ALMEIDA	EAT R504
31	TRÊS RIOS DO NORTE	ARNOLDO PISKE	EAT R506
32	TRÊS RIOS DO NORTE	CLUBE DOS VIAJANTES	EAT R507
33	TRÊS RIOS DO NORTE	EXP. EWALDO SCHWARZ	EAT R508
34	TRÊS RIOS DO NORTE	DOMINGOS A. GARCIA	EAT R509
35	TRÊS RIOS DO NORTE	RI - 021	EAT R510
36	ESTRADA NOVA	OSVALDO MAES	EAT R401
37	CHICO DE PAULO	JOAQUIM FRANCISCO DE PAULO	EAT R403
38	CHICO DE PAULO	GUILHERME MENEGOTTI	EAT R404
39	CHICO DE PAULO	RI - 112	EAT R406
40	CHICO DE PAULO	JOAQUIM FRANCISCO DE PAULA	EAT R406
41	TIFA MARTINS	IRINEU FRANZNER	EAT R407
42	TRÊS RIOS DO SUL	PEDRO FRANCISCO FREIBERGER	EAT R408
43	TRÊS RIOS DO SUL	ALINDA SCHWARZ SCHMIDT	EAT R409
44	NEREU RAMOS	OSVALDO MURARA	EAT R410
45	NEREU RAMOS	BERNARDINO BRESSANI	EAT R411
46	NEREU RAMOS	LUIZ SARTI	EAT R412
47	RIBEIRÂO CAVALO	PAULO VOLTOLINI	EAT R413
48	JARAGUÁ 84	ALVINO FLOR DA SILVA	ERAT ES01
49	JARAGUA 99	OSCAR SCHNEIDER	EAT ES01
50	BARRA DO RIO CERRO	HARDWIG HANEMANN	EAT ES02
51	SÃO LUIS	FRANCISCO HURSCKA	EAT ES03
52	SÂO LUIZ	GERALDINO JULIO VIEIRA	EAT ES04
53	TIFA MARTINS	MARCELO BARBI	EAT ES05

ITEM	BAIRRO	RUA	TAG
54	BARRA DO RIO MOLHA	WALTER MARQUARDT	ERAT ES02
55	RIO MOLHA	RI - 069	ERAT ES03
56	RIO MOLHA	PEDRO CHIODINI	ERAT ES04
57	BARRA DO RIO MOLHA	ANA ZACKO	EAT ES06
58	BARRA DO RIO CERRO	OLDA FELDMANN ULRICH	EAT ES07
59	BARRA DO RIO CERRO	PADRE ALOISIO BOEING	EAT ES08
60	RIO CERRO I	WILLY GUNTHER	EAT ES09
61	RIO DA LUZ	PASTOR ALBERT SCHNEIDER	EAT ES10
62	RIO DA LUZ	ERWIN RUX	EAT ES11
63	RIO CERRO	JGS 492	EAT ES12
64	CENTRO	DOS MARISTAS	EAT R201
65	CENTRO	FLORIANÓPOLIS	EAT R202
66	JARAGUÁ ESQUERDO	OSWALDO KANZLER	EAT R203
67	VILA LENZI	GOIAS	EAT R204
68	NOVA BRASILIA	TOMAZ FRANCISCO DE GOES	EAT R205
69	RIO CERRO I	AMANDUS RENGEL	EAT ES13
70	RIO CERRO I	RICHARRD VIERGUTZ	EAT ES14
71	RIO CERRO II	ALBERTO UTPADEL	ERAT
72	RIO CERRO II	IVO LENZ	EAT

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

Atualmente o sistema conta com 10 Estações de Recalque de Água Tratada (ERATs) e 62 Elevatórias de Água Tratada (EATs ou *Boosters*).

Na sequência são apresentados as principais Estações de Recalque de Água Tratada (ERATs) que fazem parte do sistema (Figura 5-128 a Figura 5-137).

Figura 5-128. ERAT R301 – Czerniewicz.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-129. ERAT R303 – Ilha da Figueira – Rua Rinaldo Bogo.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-130. ERAT R304 – Ilha da Figueira – Rua Jacob da Silva.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-131. ERAT R305 – Ilha da Figueira – Rua Martim Cochella.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-132. ERAT R306 – Águas Claras – Rua Águas Claras.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-133. ERAT ES01 - Jaraguá 84 – Rua Alvino Flor da Silva.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-134. ERAT ES02 – Barra do Rio Molha – Rua Walter Marquardt.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-135. ERAT ES03 – Rio Molha – Rua RI-069.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-136. ERAT ES04 – Rio Molha – Rua Pedro Chiodini.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-137. ERAT Pista de Atletismo – Rua Francisco Hruschka.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.6 *LABORATÓRIO DE CONTROLE DA QUALIDADE DE ÁGUAS, EFLUENTES E PRODUTOS QUÍMICOS*

O Laboratório de Controle de Qualidade de Águas, Efluentes e Produtos Químicos do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Jaraguá do Sul ocupa uma área de aproximadamente 500 m² onde são realizadas análises semanais de maior complexidade e resultados mais demorados.

A estrutura foi cuidadosamente planejada para garantir a segregação dos ensaios físico-químicos e microbiológicos, bem como das matrizes de águas e efluentes. Estes

dois últimos, possuem salas independentes junto ao Laboratório de ensaios físico-químicos, prevenindo contaminações cruzadas e assegurando a confiabilidade dos resultados.

O laboratório conta com espaços específicos, incluindo salas para recepção de amostras físico-químicas e microbiológicas, almoxarifado, áreas administrativas, sala de coordenação, sala de reuniões e os ambientes destinados à realização dos ensaios. Essa organização permite um fluxo eficiente e seguro no processamento das análises.

Em relação aos parâmetros de qualidade da água a serem analisados pelo laboratório geral do SAMAE, eles estão divididos em três tipos, sendo eles, físicos, químicos e biológicos, conforme detalhados na sequência:

- Principais parâmetros físicos analisados: turbidez, cor e temperatura;
- Principais parâmetros químicos analisados: pH, alcalinidade, dureza, ferro e manganês, fluoretos e cloro residual; e
- Principais parâmetros microbiológicos analisados: *escherichia coli* e coliforme totais.

5.1.6.1 Laboratório de ensaios físico-químicos

Figura 5-138. Entrada do Laboratório de análises Físico-químicos.



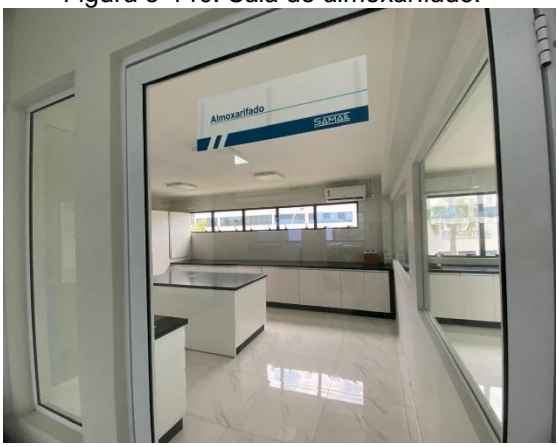
Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-139. Balcão para recebimento das amostradas.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-140. Sala do almoxarifado.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-141. Sala do almoxarifado.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

Figura 5-142. Laboratório de produtos químicos (manutenções).



Fonte: A2N Engenharia, 2025

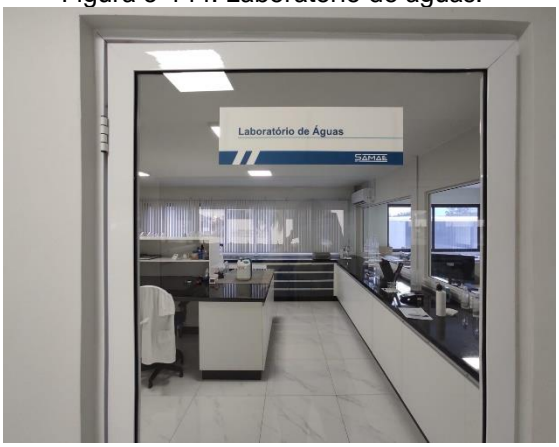
Figura 5-143. Sala da Balança.



Fonte: A2N Engenharia, 2025

5.1.6.2 Laboratório de águas

Figura 5-144. Laboratório de águas.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-145. Turbidímetro.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-146. Colorímetro visual



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-147. Espectrofotômetro



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-148. Bureta digital.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-149. PHmetro portátil.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

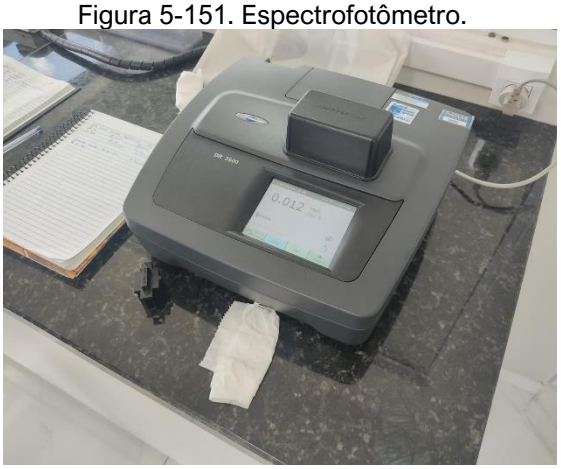
5.1.6.3 Laboratório de ensaios de efluentes

Figura 5-150. Laboratório de Efluentes.



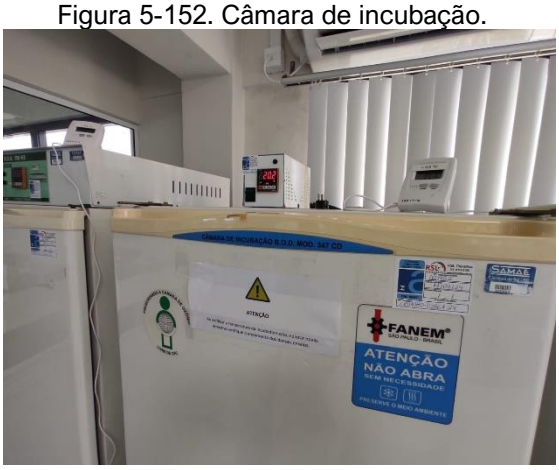
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-151. Espectrofotômetro.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-152. Câmara de incubação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-153. Câmara de incubação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-154. Reator DQO.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-155. Analisador de Água.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.1.6.4 Laboratórios de ensaios microbiológicos

Figura 5-156. Laboratório de Microbiologia.



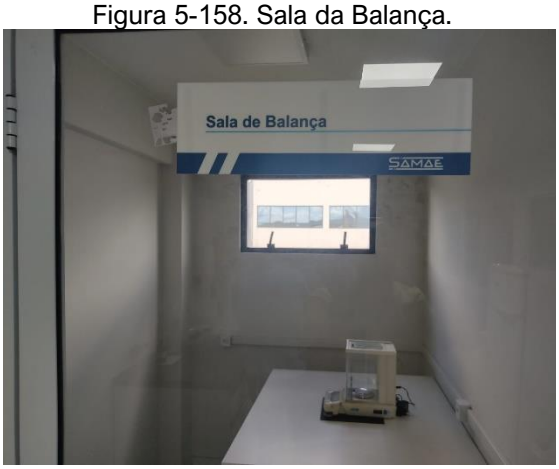
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-157. Recepção das amostras



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-158. Sala da Balança.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-159. Sala de Inoculação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-160. Cabine de Fluxo Unidirecional.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-161 Sala da incubação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-162. Estufa para Cultura e Bacteriologia.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-163, Incubadora.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-164. Sala de Meios de Cultura e Esterilização.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-165. Autoclave Vertical.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-166. Sala de limpeza e descontaminação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-167. Sala de Limpeza e Descontaminação.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-168. Autoclave e amostras esterilizadas.



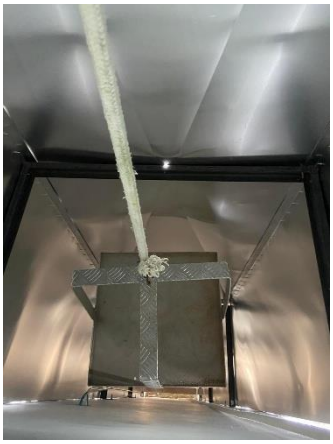
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-169. Descarte de Amostras.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-170. Sistema de descarte isolado.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-171. Entrada principal do Laboratório Central



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.2 MEDIDAS DE CONTROLE EXISTENTES NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

5.2.1 MANANCIAIS

A captação de água em mananciais superficiais, como rios, exige a adoção de diversas medidas de controle para garantir a qualidade e a quantidade de água captada, além de preservar o ecossistema local. Essas medidas são fundamentais para o uso sustentável dos recursos hídricos e para atender às necessidades da população e das atividades econômicas.

Conforme supracitado anteriormente, o sistema de abastecimento de água do município de Jaraguá do Sul, é suprido por dois mananciais superficiais, sendo eles o Rio Itapocu, responsável pelo abastecimento de 80% da população e também pelo Rio Jaraguá responsável pelo abastecimento dos 20% restante da população.

Durante as vistorias junto aos mananciais, se observou que o SAMAE adota medidas de controles de acordo com a Portaria GM/MS N888 de 4 de maio de 2021, sendo elas:

- Art. 29 – Os sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água que utilizam mananciais superficiais devem realizar monitoramento mensal de Escherichia coli no(s) ponto(s) de captação de água;
- Art. 30 - Para sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água com captação em mananciais superficiais, no controle do processo de desinfecção da água por meio da cloração, cloraminação, da aplicação de dióxido de cloro ou de isocianuratos clorados devem ser observados os tempos de contato e as concentrações residuais de desinfetante na saída do tanque de contato, em função, quando cabível, dos valores de pH e temperatura;
- Art. 43 Para minimizar os riscos de contaminação da água para consumo humano com cianotoxinas, os responsáveis por SAA ou SAC com captação em mananciais superficiais devem realizar monitoramento para identificação e contagem de células de cianobactérias, de acordo com a Tabela do Anexo

12, considerando, para efeito de alteração da frequência de monitoramento, o resultado da última amostragem.

Ressalta-se também a existência de um plano de monitoramento dos mananciais adotado pelo SAMAE, onde realizam o monitoramento de outros mananciais que possuem sua foz junto ao Rio Itapocu, sendo eles o Rio Novo e o Rio Humboldt, localizados dentro no município de Corupá, a montante da captação da ETA Central.

No total existem 7 pontos de monitoramento, sendo: (i) 5 pontos localizados a montante da captação no Rio Itapocu, (ii) 1 ponto na captação no Rio Itapocu, (iii) 1 ponto a jusante da captação no Rio Itapocu e (iv) 01 ponto na captação no Rio Jaraguá, conforme listados na Tabela 5-12 abaixo:

Tabela 5-12. Pontos de monitoramento da qualidade da água.

PONTO DE COLETA	MANANCIAL	DISTÂNCIA DA CAPTAÇÃO	COORDENADAS UTM (Zona 22 J)	
1	RIO NOVO	19 km ETA Central	672.67 m E	7.075.05 m S
2	RIO HUMBOLDT	25 km ETA Central	678.53 m E	7.080.37 m S
3	CONFLUÊNCIA RIO NOVO/HUMBOLDT (RIO ITAPOCU)	15 km ETA Central	676.00 m E	7.075.34 m S
4	RIO ITAPOCU (PONTE DO RODEIO)	5 km ETA Central	686.44 m E	7.073.28 m S
5	RIO ITAPOCU (CAPTAÇÃO ETA CENTRAL)	0 km ETA Central	689.34 m E	7.070.61 m S
6	RIO ITAPOCU (PONTE ABDON BATISTA – JUSANTE)	2,5 km (Jusante) ETA Central	691.31 m E	7.069.70 m S
7	RIO JARAGUÁ (CAPTAÇÃO ETA SUL)	0,0 km ETA Sul	681.32 m E	7.065.42 m S

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

Na sequência, estão dispostos os registros fotográficos dos locais exatos onde são retiradas as amostras dos mananciais supracitados (Figura 5-172 a Figura 5-178).

Figura 5-172. Ponto de coleta 1 – Rio Novo.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-173. Ponto de coleta 2 – Rio Humboldt



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-174. Ponto de coleta 3 – Confluência Rio Novo/Humboldt.



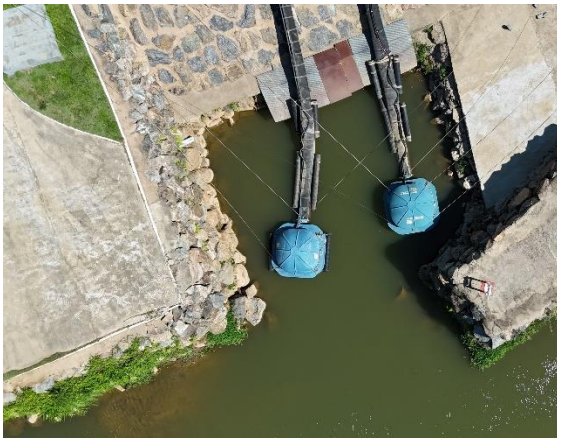
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-175. Ponto de coleta 4 – Ponte do Rodeio – Rio Itapocu.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-176. Ponto de coleta – Captação ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-177. Ponto de coleta 6 – Ponte Abdon (Jusante - Rio Itapocu)



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-178. Ponto de coleta 7 – ETA Sul (Rio Jaraguá)



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

O monitoramento destes pontos, trazem maior segurança ao sistema de tratamento de água do município de Jaraguá do Sul, sendo possível antecipar possíveis contaminações bem como rastrear e identificar as possíveis fontes e motivos de eventuais contaminações.

Na sequência é apresentado na Tabela 5-13 o resumo das medidas de controle existente nos mananciais.

Tabela 5-13. Resumo das medidas de controle existente nos mananciais.

Nº	AÇÃO ADOTADA
1	Portaria GM MS N888 de 4 de maio de 2021 – Art. 29 - Monitoramento mensal dos mananciais.
2	Portaria GM MS N888 de 4 de maio de 2021 – Art. 30 – Observações dos tempos de contato e as concentrações residuais de desinfetante na saída do tanque de contato.
3	Portaria GM MS N888 de 4 de maio de 2021 – Art. 43 - Identificação e contagem de células de cianobactérias.
4	Plano de monitoramento em 7 pontos específicos dos mananciais.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.2.2 CAPTAÇÕES

5.2.2.1 Captação ETA Central

Na ETA Central a captação da água bruta ocorre por meio de duas balsas flutuantes, onde podem operar de forma simultânea, podendo captar até 600 l/s cada balsa, desta forma, sua operação necessita de um acompanhamento constante adotando medidas de controle com o objetivo de prever ou paralisar a captação em caso de situações extremas.

Nas vistorias realizadas junto ao sistema de captação de água bruta da ETA Central, verificou-se as seguintes medidas de controles existentes:

- Monitoramento das captações por intermédio do sistema de automação da ETA Central, podendo ser acessado por aplicativo instalado em *smartphones;*
- Em caso de enchente, é realizado o monitoramento do nível do rio, para que seja realizado manobras nas balsas com o objetivo de manter a parte inferior totalmente submersa no rio;
- Análises constantes da água bruta para verificação do pH, alcalinidade e turbidez junto a adutora da água bruta, pós captação e antes da sedimentação;
- Regularmente são realizadas manutenções e limpezas para remoção dos detritos, sedimentos e outros materiais acumulados no fundo do local da captação, tendo como objetivo de garantir o fluxo e a qualidade da água captada;
- Monitoramento remoto do sistema de segurança com câmeras.

Importante frisar a existência de uma sala de analisadores exclusiva para acompanhamento em tempo real da qualidade da água bruta captada (Figura 5-179 e Figura 5-180).

Figura 5-179. Sala de analisadores – ETA Central



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 5-180. Equipamentos – Sala de analisadores



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

5.2.2.2 Captação ETA Sul

A captação na ETA Sul ocorre por meio de um canal de derivação seguido de bombeamento, onde as medidas de controle existentes neste sistema, são descritas na sequência:

- Monitoramento e paralização da captação em caso de inundação da casa de bombas;
- Análises constantes da água bruta para verificação do pH, alcalinidade e turbidez junto a adutora da água bruta pós captação;
- Em caso de contaminação da água bruta captada é realizado o desligamento imediato da captação e instalação de boias de retenção de óleo nas proximidades da captação;
- Regularmente são realizadas manutenções e limpezas para remoção dos detritos, sedimentos e outros materiais acumulados no fundo do local da captação, tendo como objetivo de garantir o fluxo e a qualidade da água captada.;
- Monitoramento remoto do sistema de segurança com câmeras.

5.2.3 ETAs

5.2.3.1 Sedimentação

As medidas de controle existentes nesta etapa do tratamento, possuem procedimentos padrões, tanto na ETA Central quanto na ETA Sul:

- São realizadas manutenções frequentes neste sistema para remoção de eventuais detritos e sedimentos que ficam localizados no fundo dos sedimentadores;
- Ocorre o monitoramento presencial pelo Técnico em Operação/Operador da estação de tratamento nesta etapa.

5.2.3.2 Coagulação

Junto a calha *Parshall* em ambas estações, ETA Central e ETA Sul, ocorre a adição de coagulante inorgânico e catiônico, onde são adotadas as seguintes medidas de controle:

- Análises constantes da água bruta para verificação do pH, alcalinidade e turbidez junto a adutora da água bruta pós captação e antes da sedimentação;
- Realização do *Jar Test* da água bruta coletada para mensurar a dosagem correta do coagulante a ser adicionado nesta etapa;
- Monitoramento presencial pelo Técnico em Operação/Operador da ETA.

5.2.3.3 Floculação

Em ambas as ETAs, o sistema de floculação é realizado de forma mecanizada, desta forma, reduz a adição de produtos químicos e auxilia na formação de flocos mais densos.

A medidas de controles adotas em ambas as ETAs, estão descritas na sequência:

- Monitoramento presencial do processo de floculação pelo Técnico em Operação/Operador da ETA;
- Projeção de luz artificial na superfície dos tanques dos floculadores para facilitar a visualização da formação dos flocos.

5.2.3.4 Decantação

Na ETA Central e na ETA Sul são utilizados decantadores de alta taxa, tornando o processo mais eficiente e mais rápido.

Nesta etapa existem as seguintes medidas de controle:

- Monitoramento presencial do processo de decantação pelo Técnico em Operação/Operador da ETA para verificação da turbidez da água;
- Limpeza periódica dos lodos sedimentados no fundo do decantador;
- Manutenções e inspeções do funcionamento dos vertedores e calhas coletoras.

5.2.3.5 Filtração

O SAMAE adota em ambas as ETAs um sistema de filtros rápidos de fluxo descendente com dupla camada (areia e carvão antracito). Na ETA Central para lavações dos filtros, utiliza-se ar e água, já na ETA Sul, utiliza-se apenas água.

A principais medidas de controles existente nesta etapa são:

- Controle de taxa de filtração para evitar a sobrecarga e garantir a eficiência dos filtros;
- Monitoramento da turbidez da saída dos filtros;
- Limpeza dos filtros na ETA Central é realizada a cada 48 horas e na ETA Sul a cada 24 horas;
- Monitoramento dos parâmetros químicos da água filtrada.

5.2.3.6 Tanque de contato

No tanque de contato é onde ocorre a desinfecção da água, e as principais medidas de controle visam garantir a eficácia da desinfecção e a segurança da água tratada. Em ambas as ETAs são adotadas medidas similares, conforme descritas a seguir:

- Controle do tempo de contato;

- Monitoramento da concentração do Cloro Residual Livre, pH e temperatura da água;
- Inspeção e manutenções periódicas dos tanques;
- Controle de micro-organismos específicos periodicamente.

5.2.3.7 Recalque

No sistema de recalque de uma ETA, as medidas de controle visam assegurar o transporte eficiente e seguro da água tratada para o sistema de distribuição. Essas medidas garantem o funcionamento contínuo do sistema, minimizam perdas de eficiência e evitam danos aos equipamentos.

A ETA Central, possui um sistema de recalque por bombas para envio da água tratada aos reservatórios e as principais medidas de controles existentes estão relacionadas a seguir:

- Monitoramento da pressão de recalque, vazão bombeada e curva característica das bombas;
- Controle automatizado do nível do reservatório para acionamento e desligamento das bombas;
- Inspeções e manutenções preventivas nos componentes do sistema;
- Monitoramento de vibrações e temperatura que possam indicar desalinhamento, desgaste ou problemas estruturais, bem como aquecimento do motor e rolamentos.

Na ETA Sul a distribuição da água após o tanque de contato é realizada por gravidade, não existindo um sistema de recalque.

5.2.3.8 Reservação

As medidas de controle em um sistema de reservação têm como objetivo garantir a qualidade da água, prevenir contaminações e assegurar a eficiência operacional. A seguir estão as principais medidas de controle existentes:

- Controle contínuo da qualidade da água através de um monitoramento dos parâmetros da água de acordo com normas vigentes;

- Limpeza e manutenção periódicas dos reservatórios;
- Sistema de telemetria para acompanhamento do nível da água nos reservatórios;
- Proteção contra vandalismo e sabotagem através do cercamento das infraestruturas e instalação de alarmes e câmeras de vigilância.

5.2.3.9 Distribuição

Para garantir sua operação adequada, são implementadas diversas medidas de controle, que podem ser divididas em aspectos técnicos, operacionais e de qualidade da água. A seguir estão as principais:

- Monitoramento contínuo da qualidade da água em pontos pré determinados ao longa da rede de distribuição;
- Controle e monitoramento da pressão na rede de distribuição;
- Controle de vazamento por geofonia através de inspeções regulares no sistema de distribuição;
- Monitoramento e controle automatizado do sistema em conjunto com os reservatórios;
- Plano de manutenção preventiva em toda infraestrutura do sistema de abastecimento;
- Comunicação eficaz com o usuário através de canais de atendimento e mídias sociais.

5.2.3.10 Sistemas Elétricos

Em relação aos sistemas elétricos vinculados a ETA Central e ETA Sul, foram realizadas visitas nas principais instalações vinculadas ao abastecimento geral de energia das estações, captações e outros setores relevantes que podem influenciar diretamente na continuidade das operações em ambas estações de tratamento. Na sequência são apresentados, as principais medidas de controle existentes:

- Redundância Operacional – Utilização de bombas e motores reservas intercambiáveis para garantir a continuidade operacional em caso de falhas;
- Sistema de Automação e Controle – Implementação de CLPs reservas para substituição imediata em caso de falhas, garantindo a continuidade do monitoramento remoto;
- Sistema de Escorva – Minimização dos riscos de cavitação e sobrecarga dos motores para evitar falhas elétricas e hidráulicas.
- Aterramento e SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas) – Instalação de sistemas de aterramento e proteção contra descargas elétricas, com inspeções anuais e ensaios periódicos conforme a NBR 5419;
- Refrigeração dos Painéis Elétricos – Implementação de sistemas de refrigeração para evitar superaquecimento dos painéis, garantindo a estabilidade dos componentes elétricos;
- Diques de Contenção e Drenagem – Construção de diques e instalação de bombas submersíveis para evitar alagamento das casas de bombas e curtos-circuitos;
- Redundância de Transformadores – Existência de equipamentos reservas na Captação e no Recalque das ETAs Central e Sul, garantindo alternativas em caso de falha.

5.2.4 LABORATÓRIOS – ETA CENTRAL / ETA SUL / CENTRAL SAMAE

As operações realizadas nos laboratórios de análises físicas, químicas e microbiológicas do SAMAE envolvem uma série de medidas de controle para garantir a segurança dos técnicos, a confiabilidade dos resultados e o cumprimento das normas regulamentadoras. Na sequência estão descritas as principais medidas de controle adotadas pelo SAMAE:

- Aplicação de procedimentos operacionais padrão (POPs), onde descrevem passo a passo as atividades laboratoriais, garantindo a uniformidade e a segurança das operações;
- Realização de treinamentos através da capacitação periódica dos profissionais para o manuseio correto de reagentes, equipamentos e técnicas de análise;
- Gestão de Resíduos onde são implementados protocolos para o descarte seguro de resíduos químicos e biológicos, em conformidade com as normas ambientais;
- Registros e rastreabilidade detalhados das análises, incluindo o rastreamento de lotes de amostras e reagentes;
- Plano de emergência e protocolos para lidar com acidentes químicos, incêndios ou contaminações biológicas.

5.2.5 QUALIDADE DA ÁGUA – ANÁLISES LABORATORIAIS

O controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano seguem o estabelecido no Artigo 14 da Portaria GM/MS 888, de 4 de maio de 2021, e são realizados por laboratórios próprios localizados na ETA Central e ETA Sul. Esses laboratórios são responsáveis pelas análises de águas, efluentes, microbiológicas e físico-químicas, garantindo o controle da qualidade da água bruta, tratada e distribuída por meio do monitoramento das características físico-químicas e biológicas.

Além disso, o SAMAE possui contrato com uma empresa terceirizada, que realiza todas as análises exigidas pela portaria GM/MS-888-21 e Conama 357/2005, cumprindo também a frequência determinada pelas mesmas. Esse laboratório é acreditado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) e também pelo IMA (Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina).

Na sequência, serão apresentadas as análises realizadas nos laboratórios próprios das ETAs Central e Sul, bem como pela empresa terceirizada.

5.2.5.1 Análises realizadas pelo SAMAE – ETA Central

Para garantir que a qualidade da água distribuída para a população seja adequada, os laboratórios localizados na ETA Central analisam parâmetros para atendimento à Portaria GM/MS 888/2021 em relação à água na ETA, na saída da ETA e no sistema de distribuição. Além disso, para melhorar a efetividade do processo e reduzir riscos, é realizado também o monitoramento da característica da água coletada em pontos no manancial de captação e na água bruta captada.

A análise da qualidade da água é realizada com base em regulamentações específicas, apresentadas anteriormente, monitorando parâmetros em diferentes etapas do sistema:

- **Manancial**: A qualidade da água é avaliada conforme as diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA 357/2005. Os parâmetros coletados são: *Escherichia coli*, condutividade, cor verdadeira, fósforo total, nitrato, nitrogênio amoniacal total, DQO, oxigênio dissolvido, pH, sólidos sedimentáveis, temperatura da amostra, temperatura do ar e turbidez;
- **Água bruta**: A análise é realizada de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, monitorando parâmetros como pluviometria, temperatura do ar, cloretos, *Escherichia coli*, cor verdadeira, condutividade, DQO, dureza total, ferro total, fósforo, manganês, nitratos, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, pH, temperatura ambiente e turbidez;
- **Água tratada na ETA**: A qualidade é monitorada segundo a Portaria GM/MS 888/2021, considerando parâmetros como pluviometria, temperatura do ar, cloretos, cloro livre, cloro total, cloro combinado, coliformes totais/ *Escherichia coli*, cor aparente, condutividade, dureza total, ferro total, fluoreto, fósforo, manganês, nitratos, pH, temperatura ambiente, turbidez e ortopolifosfato;
- **Saída da ETA**: A água tratada é analisada conforme a Portaria GM/MS 888/2021, com foco em parâmetros como cloro residual livre, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*;

- **Sistema de distribuição**: O monitoramento da qualidade no sistema de distribuição segue os critérios da Portaria GM/MS 888/2021, analisando cloro residual livre, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*.

Na sequência, serão apresentados, os resultados referentes as análises mais recentes citadas anteriormente (Tabela 5-14 a Tabela 5-28).

5.2.5.1.1 *Qualidade do manancial*

Tabela 5-14. Monitoramento da qualidade da água nos mananciais – Ponto 1.

PONTO 1 - RIO ANO BOM, À MONTANTE DO MUNICÍPIO DE CORUPÁ													
PARÂMETRO	**UNIDADE**	**MAR/24**	**ABR/24**	**MAI/24**	**JUN/24**	**JUL/24**	**AGO/24**	**SET/24**	**OUT/24**	**JAN/25**	**FEV/25**	**MAR/25**	**ABR/25**
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	397,0	310	99,5	NR	NR	NR	61,0	NR	NR	NR	NR	NR
CONDUTIVIDADE	mS/cm	61,1	31,3	44,8	36,5	25,4	39,5	37,0	33,9	32,9	77,2	37,9	39,1
COR VERDADEIRA	uH	12	12	11	10	16	7	12	11	13	21	16	11
FÓSFORO TOTAL	mg/L P	0,18	0,14	0,04	0,04	0,07	0,07	0,11	0,03	0,03	0,03	0,02	0,06
NITRATO	mg/L N	0,1	≤ 0,1	< 0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	< 0,1
NITROGÊNIO AMONIACAL TOTAL	mg/L N	0,13	0,19	0,16	0,09	0,21	0,17	0,13	0,25	0,09	0,63	0,22	0,16
DQO	mg/L O_2	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,6	5,4	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/L O_2	7,48	8,94	8,77	8,99	9,27	8,84	8,30	8,40	8,02	8,02	8,40	8,95
pH	-	7,13	7,08	6,62	6,29	6,84	6,39	6,88	6,25	7,27	6,89	6,80	7,16
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	mL/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
TEMPERATURA DA AMOSTRA	°C	20,8	14,9	15,6	18,3	16,0	18,4	20,6	19,6	22,5	22,5	20,8	18,1
TEMPERATURA DO AR	°C	32,4	19,0	22,8	20,1	17,8	21,8	23,3	21,7	27,6	25,2	27,1	20,8
TURBIDEZ	uT	2,62	2,60	1,82	1,00	2,71	1,13	1,36	1,35	1,89	2,73	1,51	1,03
HORA DA COLETA	-	09h00	09h15	09h20	09h30	09h15	09h05	09h45	09h00	9h00	09h05	09h25	09h20

Fonte: SAMAE, 2025.

*NR: Não Realizado

Tabela 5-15. Monitoramento da qualidade da água nos mananciais – Ponto 2.

PONTO 2 - RIO NOVO À MONTANTE DO MUNICÍPIO DE CORUPÁ													
PARÂMETRO	UNIDADE	MAR24	ABR24	MAI24	JUN24	JUL24	AGO24	SET24	OUT24	JAN25	FEV25	MAR25	ABR25
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	341,0	160,0	1007,0	NR	NR	NR	299,0	NR	NR	NR	NR	NR
CONDUTIVIDADE	mS/cm	78,1	50,9	59,5	71,4	43,6	82,2	63,8	54,3	75,8	53,8	79,5	74,3
COR VERDADEIRA	uH	13	27	12	10	24	10	14	14	19	31	20	17
FÓSFORO TOTAL	mg/L P	0,18	0,12	0,08	0,08	0,09	0,07	0,05	0,03	0,09	0,06	0,07	0,07
NITRATO	mg/L N	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2
NITROGÊNIO AMONIACAL TOTAL	mg/L N	0,09	0,2	0,12	0,07	0,2	0,11	0,1	0,17	0,14	0,44	0,15	0,15
DQO	mg/L O_2	< 5,0	5,8	< 5,0	< 5,0	8,6	5,1	< 5,0	6,1	< 5,0	7,4	5,1	< 5,0
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/L O_2	7,89	8,97	8,74	8,92	9,42	8,86	8,46	8,58	7,94	8,12	8,53	8,71
pH	-	7,5	7,31	6,95	6,47	6,72	6,54	7,03	6,45	7,36	6,75	7,39	7,44
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	mL/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
TEMPERATURA DA AMOSTRA	°C	22,1	15	16,5	19,2	16,7	19,1	21,6	20,2	24,0	23,7	22,0	19,7
TEMPERATURA DO AR	°C	34,6	19,5	22,1	20,7	16,7	22,7	23,8	21,9	26,4	27,4	24,6	19,9
TURBIDEZ	uT	5,06	8,88	4,39	3,75	7,8	3,76	3,42	3,93	11,70	10,20	6,35	3,74
HORA DA COLETA	-	08h35	08h50	08h45	08h50	08h45	08h35	09h10	08h30	08h30	08h30	08h55	08h50

Fonte: SAMAE, 2025.

*NR: Não Realizado

Tabela 5-16. Monitoramento da qualidade da água nos mananciais – Ponto 3.

PONTO 3 - RIO ITAPOCÚ, LOGO APÓS A CONFLUÊNCIA DOS RIOS HUMBOLT E ANO BOM													
PARÂMETRO	**UNIDADE**	**MAR/24**	**ABR/24**	**MAI/24**	**JUN/24**	**JUL/24**	**AGO/24**	**SET/24**	**OUT/24**	**JAN/25**	**FEV/25**	**MAR/25**	**ABR/25**
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	987,0	3076,0	801,0	NR	NR	NR	1124,0	NR	NR	NR	939,5	NR
CONDUTIVIDADE	mS/cm	78,7	55,3	60	66,8	44,3	77,7	65	59,3	83,0	53,6	75,5	73,4
COR VERDADEIRA	uH	11	26	11	9	25	10	14	11	19	20	17	13
FÓSFORO TOTAL	mg/L P	0,09	0,18	0,09	0,09	0,07	0,08	0,16	0,09	< 0,02	0,07	0,09	0,08
NITRATO	mg/L N	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	1	0,4	0,4	0,3	0,1	0,2	0,1
NITROGÊNIO AMONIACAL TOTAL	mg/L N	0,1	0,16	0,12	0,09	0,12	0,16	0,12	0,17	0,15	0,22	0,16	0,14
DQO	mg/L O_2	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,7	5,8	< 5,0	5,8	< 5,0	< 5,0	5	< 5,0
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/L O_2	7,46	8,72	8,78	9	9,24	9,07	8,3	8,35	7,82	7,90	7,97	8,72
pH	-	7,39	6,96	7,02	6,56	6,94	6,64	6,98	6,29	7,24	6,73	7,55	7,53
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	mL/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
TEMPERATURA DA AMOSTRA	°C	23	16,5	16,8	19,5	17	19,6	22,1	21,4	25,4	24,8	23,4	20,3
TEMPERATURA DO AR	°C	35,4	19	22,8	20,8	18,7	20,7	24,9	24,5	32,9	28,6	26,4	21,5
TURBIDEZ	uT	9,37	19,4	8,55	4	12,1	2,42	3,18	3,67	9,10	10,10	4,81	3,06
HORA DA COLETA	-	09h25	09h40	09h40	10h00	09h40	09h30	10h05	09h30	09h30	09h30	09h47	09h45

Fonte: SAMAE, 2025.

*NR: Não Realizado

Tabela 5-17. Monitoramento da qualidade da água nos mananciais – Ponto 4.

PONTO 4 - RIO ITAPOCU À MONTANTE DO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL (PONTE GRUTZMACHER)													
PARÂMETRO	**UNIDADE**	**MAR/24**	**ABR/24**	**MAI/24**	**JUN/24**	**JUL/24**	**AGO/24**	**SET/24**	**OUT/24**	**JAN/25**	**FEV/25**	**MAR/25**	**ABR/25**
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	2282,0	4106,0	2046,0	NR	NR	NR	5794,0	NR	NR	NR	NR	NR
CONDUTIVIDADE	mS/cm	100	74,6	83,2	99,6	57	115,3	93,8	82,4	94,8	71,6	113,2	116,5
COR VERDADEIRA	uH	11	29	15	13	26	9	13	11	17	24	19	16
FÓSFORO TOTAL	mg/L P	0,18	0,13	0,11	0,13	0,08	0,1	0,2	0,08	0,09	0,15	0,07	0,10
NITRATO	mg/L N	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7	0,5	0,5	0,3	0,6	0,6
NITROGÊNIO AMONIACAL TOTAL	mg/L N	0,13	0,18	0,18	0,17	0,11	0,22	0,2	0,21	0,25	0,35	0,20	0,27
DQO	mg/L O_2	< 5,0	6,5	< 5,0	< 5,0	7,4	7,6	< 5,0	5,2	< 5,0	5,9	6,2	< 5,0
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/L O_2	7,3	8,63	8,54	8,7	9,21	8,52	8	8,18	7,58	7,54	8,01	8,32
pH	-	7,39	7,37	6,93	6,44	6,7	6,55	7,08	6,3	7,32	7,04	7,44	7,39
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	mL/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
TEMPERATURA DA AMOSTRA	°C	24,5	17,8	17,2	20,1	17,5	20,7	23,2	22,5	27,1	25,7	25,4	21,8
TEMPERATURA DO AR	°C	37,4	22	22,4	21,6	20,1	26	26,2	24,9	34,5	29,3	30,1	23,0
TURBIDEZ	uT	7,26	29	9,2	27,5	15,5	4,14	4,62	4,69	14,20	114,00	7,96	8,07
HORA DA COLETA	-	09h50	10h00	10h10	10h30	10h05	10h55	10h25	09h40	10h00	09h50	10h14	10h20

Fonte: SAMAE, 2025.

*NR: Não Realizado

Tabela 5-18. Monitoramento da qualidade da água nos mananciais – Ponto 5.

PONTO 5 - RIO ITAPOCÚ, CAPTAÇÃO ETA CENTRAL DO SAMAE													
PARÂMETRO	**UNIDADE**	**MAR24**	**ABR24**	**MAI24**	**JUN24**	**JUL24**	**AGO24**	**SET24**	**OUT24**	**JAN25**	**FEV25**	**MAR25**	**ABR25**
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	7701,0	6131,0	3654,0	NR	NR	NR	2248,0	NR	NR	NR	9200	24000
CONDUTIVIDADE	mS/cm	100,9	73,9	83,9	100,4	57,4	117,4	96,5	70	95,8	104,9	116,6	113,3
COR VERDADEIRA	uH	10	29	11	11	28	10	11	10	22	40	20	14
FÓSFORO TOTAL	mg/L P	0,11	0,14	0,12	0,12	0,06	0,19	0,04	0,11	0,19	0,47	0,09	0,12
NITRATO	mg/L N	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6	0,2	0,6	0,6
NITROGÊNIO AMONIACAL TOTAL	mg/L N	0,14	0,23	0,23	0,2	0,16	0,28	0,33	0,28	0,38	0,47	0,36	0,33
DQO	mg/L O_2	5,4	6,2	< 5,0	< 5,0	6,7	8,1	6,2	< 5,0	7,1	11	7,3	< 5,0
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/L O_2	7,1	8,31	8,31	8,55	9,16	8,19	7,68	7,8	6,90	7,26	7,42	7,94
pH	-	7,47	7,32	7,02	6,48	6,75	6,52	6,92	6,34	7,42	6,81	7,41	7,30
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	mL/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
TEMPERATURA DA AMOSTRA	°C	25,7	19,2	17,8	20,6	17,7	21,1	23,1	23,4	28,1	26,4	26,6	22,6
TEMPERATURA DO AR	°C	38,4	27	25,3	23,6	20,3	25,8	21,9	27,8	34,7	31,3	31,4	24,0
TURBIDEZ	uT	8,57	28,7	10,9	6,15	16,5	6,64	10,2	5,19	37,80	358,00	10,30	11,70
HORA DA COLETA	-	10h25	10h40	10h50	11h10	10h40	10h35	08h20	10h30	10h30	10h25	10h48	11h00

Fonte: SAMAE, 2025.

*NR: Não Realizado

Tabela 5-19. Monitoramento da qualidade da água nos mananciais – Ponto 6.

PONTO 6 - RIO ITAPOCÚ, CENTRO URBANO DE JARAGUÁ DO SUL (PONTE ABDON BATISTA)													
PARÂMETRO	**UNIDADE**	**MAR24**	**ABR24**	**MAI24**	**JUN24**	**JUL24**	**AGO24**	**SET24**	**OUT24**	**JAN25**	**FEV25**	**MAR25**	**ABR25**
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	9768,0	8664,0	17328,7	NR	NR	NR	11198,5	NR	NR	NR	NR	NR
CONDUTIVIDADE	mS/cm	143,9	101,1	107,9	153,6	67,3	183,5	145,1	119,4	133,4	110,5	194,7	212,1
COR VERDADEIRA	uH	11	30	12	11	35	11	17	11	23	36	22	19
FÓSFORO TOTAL	mg/L P	0,12	0,14	0,13	0,12	0,09	0,08	0,09	0,08	0,23	0,43	0,12	0,15
NITRATO	mg/L N	0,5	0,4	0,5	0,8	0,3	1	0,8	0,4	0,6	0,2	0,8	0,9
NITROGÊNIO AMONIACAL TOTAL	mg/L N	0,2	0,23	0,23	0,28	0,15	0,46	0,32	0,3	0,40	1,25	0,47	0,54
DQO	mg/L O_2	< 5,0	8,8	< 5,0	< 5,0	8	7,9	< 5,0	5,9	< 5,0	8,2	9,1	5,3
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/L O_2	6,95	8,26	8,42	8,5	9	7,96	7,64	7,9	6,83	7,24	6,97	7,72
pH	-	7,32	7,34	7,16	6,47	6,71	6,55	6,96	6,4	7,34	7,10	7,37	7,36
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	mL/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
TEMPERATURA DA AMOSTRA	°C	25,6	18,9	17,9	20,7	17,7	21	23,5	23,5	27,6	26,5	26,5	22,8
TEMPERATURA DO AR	°C	39,2	25,5	24,5	24,1	19,1	25	25,6	27,3	33,7	30,4	29,0	22,9
TURBIDEZ	uT	10,8	29,8	9,37	5,39	16	6,2	5,65	5,77	53,70	303,00	12,10	11,80
HORA DA COLETA	-	10h10	10h20	10h30	10h50	10h25	10h20	10h45	10h15	10h20	10h10	10h35	10h45

Fonte: SAMAE, 2025.

*NR: Não Realizado

* Os rios analisados ainda não possuem enquadramento oficial. Por isso, os parâmetros adotados seguem as características de um rio de classe 2, considerando o uso predominante do rio e com base nos enquadramentos utilizados em estudos e artigos científicos a respeito destes.

5.2.5.1.2 *Qualidade da água bruta*

Tabela 5-20. Monitoramento da qualidade da água bruta captada – ETA Central.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO SEMANAL ETA CENTRAL - ÁGUA BRUTA																									
PARÂMETRO	UNIDADE	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
		MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PLUVIOMETRIA	mm	0,0	70,0	0,0	52,0	0,0	28,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	5,0	0,0	12,0	0	19	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	5,0	0,0	2,5
TEMPERATURA DO AR	°C	18	29	15,9	21,8	9,6	17,4	10,7	19,2	18,5	22,0	19,9	28,2	20,3	29,5	21,3	22	22,3	32,7	26,6	31,7	22,4	32,2	21,7	29,3
CLORETOS	mg/L	6,0	9,5	5,5	7,5	5,0	16,0	5,0	11,5	4,0	11,5	6,0	11,0	6,0	8,0	3,5	5,5	4,5	7,5	3,0	9,5	6,5	11,0	6,0	15,5
E.COLI	NMP/ 100mL	1631	39725,6	1631	25993	1233	12976	1354	2063	1860	4106	1483	3255	3255	11198,5	2518	8664	3255	14136	2613	31061	5400	35000	1300	16000
COR VERDADEIRA	uH	8	75	8	45	11	45	7	12	13	35	12	24	15	38	33	72	10	31	22	67	11	39	7	34
CONDUTIVIDADE	µs/cm	70,6	91,3	70,1	96,2	47,4	101,1	94,5	111,2	55,5	124,5	70,7	106,1	65,4	86,5	43	73	71,8	93,9	52,1	107,1	73,0	113,2	81,8	130,9
DQO	mg/L	< 5,0	16,6	< 5,0	13,8	4	9,8	< 5,0	5,8	5,4	13,3	5,9	8,8	2,6	66	8,2	11,2	< 5,0	< 5,0	< 5,0	20,8	5,7	10,2	6,5	7,8
DUREZA TOTAL	mg/L $CaCO_3$	17,7	22	18,8	22,3	17,2	23,6	23,8	26,1	16	30,2	20,3	26	17,8	21,5	14,7	21,7	18,8	28,4	17,2	27,5	26,0	34,3	23,3	31,0
FERRO TOTAL	mg/L	0,67	21,2	0,34	5,75	0,32	3,54	0,2	0,45	0,35	0,94	0,22	0,61	0,05	0,94	0,72	4,4	0,41	1,61	0,60	24,90	0,35	3,00	0,48	1,62
FÓSFORO	mg/L	0,13	0,43	0,12	0,34	0,06	0,17	0,08	0,13	0,08	0,17	0,05	0,17	0,06	0,21	0,1	0,3	0,06	0,12	0,07	1,12	0,09	0,20	0,12	0,17
MANGANÊS	mg/L	-	-	-	-	-	-	0,024	0,077	0,044	0,066	0,018	0,068	0,038	0,067	0,035	0,137	-	-	0,059	1,340	0,060	0,115	0,061	0,650
NITRATOS	mg/L	0,1	0,8	0,5	0,9	0,4	1,1	0,5	0,8	0,4	0,9	0,1	1,2	0,3	0,5	0,5	1,1	0,1	0,5	0,3	0,5	0,4	0,6	0,4	1,0
NITROGÊNIO AMONIACAL	mg/L	0,2	0,74	0,16	0,28	0,19	0,38	0,2	0,3	0,25	0,33	0,02	0,3	0,19	0,3	0,26	0,33	0,15	0,29	0,24	0,67	0,25	0,35	0,29	0,39
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/L	7,71	9,22	8,37	8,97	9,11	9,77	7,88	9,46	7,82	8,88	7,42	8,28	7,7	7,83	7,58	8,33	6,96	7,81	7,38	7,62	7,12	7,49	6,98	8,05
pH	-	5,95	7,3	6,26	7,41	6,18	7,66	5,9	7,97	6,76	7	6,3	6,85	6,18	7,37	6,91	7,18	7,35	7,38	6,48	7,10	5,52	7,35	7,15	7,25
TEMPERATURA AM.	°C	14,1	21,1	15,1	21,2	13,6	17,2	14,1	20,5	17,6	22,1	19,9	24,3	22,1	23,9	19,7	23,5	23,6	26,9	25,0	27,9	24,2	27,8	21,1	27,8
TURBIDEZ	NTU	14,2	475	6,6	230	4,35	86,2	3,88	7,71	3,42	46,5	4,43	10,5	7,25	16,8	12	58,7	7,14	34,5	9,35	696,0	4,78	90,7	13,40	52,0

Fonte: SAMAE, 2025.

5.2.5.1.3 *Qualidade da água na estação de tratamento*

Tabela 5-21. Monitoramento da qualidade da água tratada – ETA Central.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO SEMANAL ETA CENTRAL - ÁGUA TRATADA																									
PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888/21	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PLUVIOMETRIA	mm	-	0,0	70,0	0,0	52,0	0,0	28,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	5,0	0	12	0	19	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	5,0	0,0	2,5
TEMPERATURA DO AR	°C	-	18	29	15,9	21,8	9,6	17,4	10,7	19,2	18,5	22,0	19,9	28,2	20,3	29,5	21,3	22	22,3	32,7	26,6	31,7	22,4	32,2	21,7	29,3
CLORETOS	mg/L	250,0	14,0	21,5	13,5	19,5	12,0	22,5	15,5	17,0	14,5	18,0	14,0	18,5	15,5	17,5	12,5	14	9,5	19,5	16,0	27,5	17,0	21,0	15,5	23,5
CLORO LIVRE	mg/L	0,2 a 5,0	1,09	1,45	0,58	1,56	1,23	1,63	1,2	1,45	0,86	1,64	0,79	1,51	0,98	1,53	0,83	1,22	0,62	1,09	0,56	1,49	0,86	1,35	0,70	1,58
CLORO TOTAL	mg/L	-	1,52	1,94	0,88	2	1,65	2,08	1,38	1,85	1,26	2,07	1,1	2	1,47	1,84	1,11	1,49	1,21	1,50	0,64	1,76	1,48	1,79	1,16	2,09
CLORO COMBINADO	mg/L	-	0,21	0,53	0,3	0,44	0,29	0,51	0,12	0,54	0,4	0,53	0,31	0,51	0,31	0,49	0,27	0,28	0,40	0,59	0,00	0,33	0,25	0,77	0,41	0,54
COLIFORMES TOTAIS ECOLI	Presente (P) ou Ausente (A)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
COR APARENTE	uH	15,0	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0	0	0	2,5	0	0	2,5	2,5	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0	5,0	2,5	5,0
CONDUTIVIDADE	µs/cm	-	90,1	115,2	81,8	110,4	70,1	115,9	102,8	117,7	90,3	129,6	92,3	117,1	77,3	100,4	72,7	89,6	80,9	109,0	86,0	119,6	92,7	129,0	97,5	140,9
DUREZA TOTAL	mg/L $CaCO_3$	300,0	18	25	18,4	24,9	20,1	36,6	24,2	28,8	22,2	31,5	19,2	26,2	17,3	23,4	18,3	21,5	21,1	26,7	18,5	31,5	21,5	31,2	24,1	31,7
FERRO TOTAL	mg/L	0,3	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	0,06	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	0,020	<0,02	0,020	<0,02
FLUORETO	mg/L	1,5	0,74	0,86	0,69	0,82	0,63	0,97	0,58	0,83	0,7	1,13	0,7	0,81	0,81	0,99	0,78	0,78	0,67	0,85	0,38	0,79	0,66	0,79	0,70	0,97
FÓSFORO	mg/L	-	0,11	0,66	0,27	0,7	0,05	0,32	0,1	0,37	0,06	0,36	0,41	0,5	0,4	0,63	0,44	0,52	0,40	0,48	0,06	0,49	0,35	0,40	0,39	0,49
MANGANÊS	mg/L	0,1	-	-	-	-	-	-	0,007	0,023	0,006	0,024	0,002	0,02	0,011	0,021	0,005	0,009	-	-	0,023	0,024	0,019	0,038	0,014	0,280
NITRATOS	mg/L	10,0	0,9	1,5	0,7	1,2	0,9	3,9	1	1,1	0,8	1	0,7	1	0,5	0,9	0,005	1,2	0,5	0,8	0,7	1,2	0,7	1,2	0,5	1,3
pH	-	-	6,37	7,01	5,52	6,91	5,41	7,2	5,79	7,42	6,18	6,72	5,64	6,32	6,01	6,69	6,45	6,58	6,62	6,67	6,08	7,31	5,94	6,81	6,37	6,95
TEMPERATURA AM.	°C	-	14,5	24,3	16,2	22,7	13,9	16,9	14,9	20,9	18,7	22,8	20,5	29,4	22,4	24,6	21	23,8	23,5	27,3	26,5	28,0	24,6	27,8	22,1	27,9
TURBIDEZ	NTU	5,0	0,27	0,65	0,34	0,99	0,18	0,56	0,19	0,52	0,21	0,35	0,12	0,49	0,14	0,21	0,15	0,21	0,15	0,32	0,13	0,63	0,19	0,22	0,13	0,42
ORTOPOLIFOSFATO	mg/L	-	0,1	0,67	0,31	0,36	0,03	0,34	0,1	0,37	0,05	0,4	0,41	0,45	0,47	0,6	0,54	0,55	0,51	0,61	0,11	0,88	0,49	0,64	0,41	0,64

Fonte: SAMAE, 2025.

5.2.5.1.4 *Qualidade da água na saída da estação de tratamento*

Tabela 5-22. Monitoramento da qualidade da água na saída da estação de tratamento – ETA Central.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO SAÍDA ETA CENTRAL																								
PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	1,0	1,5	0,6	1,9	1,1	1,9	1,2	1,5	0,9	1,7	0,8	2,1	0,9	2,1	0,83	2,11	0,62	2,16	0,56	2,11	0,86	1,72	0,70	1,58
COR APARENTE	uH	15	0	2,5	0	2,5	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0	2,5	0	2,5	0,0	2,5	0	2,5	0	2,5	0	5,0	0	5,0
TURBIDEZ	uT	5,0	0,2	0,7	0,2	1,0	0,1	1,0	0,2	0,5	0,2	0,5	0,1	0,5	0,1	0,4	0,14	0,63	0,15	0,46	0,16	0,71	0,19	0,94	0,21	0,42

Fonte: SAMAE, 2025.

5.2.5.1.5 Qualidade da água no sistema de distribuição – Monitoramento Físico-Químico e Microbiológico

Tabela 5-23. Monitoramento Físico-químicos da qualidade da água no sistema de distribuição – Pontos 1 ao 3.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PONTO 1 - RUA MAX NICOLAU WIHELM SCHMIDT, 371 - VILA LENZI																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	1,0	1,7	0,9	1,4	0,4	1,4	0,8	1,4	0,8	1,5	0,8	1,7	0,8	1,4	1,0	1,5	0,9	1,4	0,8	1,7	0,9	1,3	0,9	1,2
COR APARENTE	uH	15	3	3	0	5	0	3	3	5	0	5	0	5	0	3	0	5	0	5	0	3	0	3	0	3
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,6	0,3	1,3	0,4	1,4	0,3	1,0	0,2	0,4	0,1	0,7	0,2	0,6	0,2	2,9	0,2	0,3	0,2	0,7	0,2	0,4	0,2	0,5
PONTO 2 - RUA EXPEDICIONÁRIO CABO HARRY HADLICH, 831 - CENTRO																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	1,0	1,5	0,4	1,4	0,9	1,2	1,0	1,1	0,8	1,2	0,8	1,3	0,8	1,2	0,8	1,2	0,6	1,2	0,7	1,1	0,7	1,1	0,8	1,4
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	3	3	3	5	0	3	0	5	0	0	0	3	0	5	3	3	0	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,6	0,5	0,7	0,4	0,6	0,3	0,5	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	1,8	0,2	0,7	0,2	0,8	0,2	1,1	0,2	0,5	0,2	0,4
PONTO 3 - RUA EPITÁCIO PESSOA, 473 - CENTRO																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,9	1,5	0,7	1,4	0,4	1,4	0,9	1,2	1,0	1,2	0,8	1,3	0,8	1,1	0,8	1,2	0,7	1,2	0,6	1,2	0,6	1,0	0,8	1,2
COR APARENTE	uH	15	3	5	0	5	0	3	3	5	3	5	0	3	0	3	0	3	0	5	0	5	3	5	3	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,8	0,4	1,3	0,4	1,4	0,4	1,2	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,8	0,3	0,4	0,2	0,8	0,3	0,8	0,3	0,7	0,3	0,6

Fonte: SAMAE, 2025.

Tabela 5-24. Monitoramento Físico-químicos da qualidade da água no sistema de distribuição – Pontos 4 ao 7.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PONTO 4 - RUA LOURENÇO KANZLER, 625 - VILA LENZI																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,8	1,5	0,6	1,3	0,9	1,2	0,8	1,0	0,9	1,4	0,6	1,3	0,4	1,1	0,4	1,3	0,7	1,3	0,6	1,1	0,4	1,1	0,7	1,0
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	0	3	3	3	0	3	0	3	0	0	0	10	0	3	0	3	0	3
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,4	0,3	0,8	0,4	0,6	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1	0,4	0,1	0,8	0,2	0,5	0,2	2,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3
PONTO 5 - RUA ADOLFO TRIBESS, 71 - VIEIRA																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,9	1,5	0,6	1,3	0,8	1,2	0,7	1,2	0,7	1,2	0,9	1,4	0,8	1,0	0,9	1,5	0,7	1,2	0,7	1,1	0,7	1,1	0,6	1,3
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	3	3	3	5	0	3	0	3	0	3	0	5	0	3	3	5	0	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,5	0,5	0,7	0,3	0,6	0,3	0,5	0,2	0,4	0,1	0,3	0,2	1,0	0,1	0,4	0,2	0,4	0,2	0,6	0,3	0,8	0,3	0,6
PONTO 6 - RUA ROBERTO ZIEMANN, 841 - CZERNIEWICZ																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,9	1,7	0,9	1,4	0,9	1,4	0,8	1,4	0,7	1,3	0,9	1,4	0,9	1,5	1,0	1,7	0,7	1,2	0,7	1,1	0,8	1,3	0,8	1,3
COR APARENTE	uH	15	5	3	3	5	0	20	3	3	3	5	0	5	0	8	0	81	0	25	0	3	3	8	0	3
TURBIDEZ	uT	5,0	0,4	1,8	0,4	1,1	0,5	5,6	0,4	0,7	0,2	1,1	0,2	1,0	0,2	2,7	0,2	8,7	0,2	3,7	0,3	0,6	0,2	1,1	0,2	0,3
PONTO 7 - RUA JOÃO SANSON, 156 - ILHA DA FIGUEIRA																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,8	1,2	0,7	1,4	0,8	1,1	0,8	1,0	0,6	1,0	0,7	1,0	0,6	1,1	0,8	1,1	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,7	0,8	1,0
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	3	3	0	5	0	3	0	3	0	0	0	5	0	3	3	3	3	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,4	0,8	0,3	0,6	0,3	0,5	0,3	0,5	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,6	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4

Fonte: SAMAE, 2025.

Tabela 5-25. Monitoramento Físico-químicos da qualidade da água no sistema de distribuição – Pontos 8 ao 11.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PONTO 8 - RUA DONA MATILDE, 375 - VILA LALAU																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,9	1,6	0,5	1,6	0,8	1,2	0,9	1,4	0,8	1,3	1,0	1,4	0,8	1,0	0,8	1,4	0,7	1,2	0,6	1,0	0,7	1,1	0,9	1,3
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	10	0	3	3	3	3	5	0	3	0	5	0	3	0	5	0	3	3	8	0	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,4	0,5	0,4	3,9	0,4	0,7	0,3	0,5	0,2	0,4	0,1	0,3	0,3	1,0	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	1,7	0,2	0,7
PONTO 9 - RUA FRANCISCO JACOMINI, 211 - BOA VISTA																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,7	1,2	0,7	1,2	0,8	1,0	0,8	1,0	0,6	0,8	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,3	0,6	0,9	0,4	0,7	0,3	0,6	0,5	0,9
COR APARENTE	uH	15	3	5	0	5	0	5	3	3	3	5	0	5	0	5	0	8	0	5	0	3	3	5	3	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,7	3,2	0,4	1,1	0,3	2,4	0,4	0,9	0,3	1,2	0,3	0,8	0,2	2,7	0,2	2,3	0,2	0,6	0,3	2,9	0,3	2,4	0,4	1,9
PONTO 10 - RUA JOSÉ POMIANOWSKI, 179 (MAI/JUL24) - RUA ÉRICO NEGHERBON, 76 (AGO/24 à ABR/25) - CHICO DE PAULO																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	1,0	1,4	0,8	1,3	0,6	1,2	0,9	1,3	0,9	1,4	0,8	1,3	0,7	1,1	0,9	1,4	0,7	1,2	0,7	1,3	0,7	1,1	0,7	1,2
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	3	3	3	5	0	5	0	5	0	3	0	3	0	5	0	3	0	3	0	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,4	0,7	0,3	0,7	0,2	1,4	0,3	1,1	0,2	0,4	0,1	0,6	0,2	1,2	0,2	0,9	0,2	0,6	0,3	0,8	0,2	0,4	0,2	0,7
PONTO 11 - RUA ANDRÉ VOLTOLINI, 915 - NEREU RAMOS																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,8	1,3	0,6	1,2	0,8	1,7	0,8	1,2	0,7	1,1	0,6	1,2	0,8	1,1	0,8	1,4	0,7	1,1	0,5	1,0	0,7	1,4	0,8	1,3
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	3	3	0	5	0	3	0	3	0	3	0	5	0	3	3	3	0	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,8	0,2	0,6	0,2	0,6	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,4

Fonte: SAMAE, 2025.

Tabela 5-26. Monitoramento Físico-químicos da qualidade da água no sistema de distribuição – Pontos 12 ao 15.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PONTO 12 - RUA MADALENA PEREIRA COELHO, 227 - TIFA MARTINS																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,9	1,4	0,8	1,3	0,7	1,3	0,9	1,3	0,8	1,4	0,9	1,3	0,8	1,1	0,9	1,4	0,8	1,2	0,7	1,4	0,8	1,0	0,8	1,2
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	3	3	3	5	3	5	0	3	0	3	0	0	0	5	0	3	0	3	0	3
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,6	0,3	0,7	0,2	0,7	0,3	0,7	0,2	0,6	0,1	0,4	0,1	0,9	0,2	0,3	0,2	0,7	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,3
PONTO 13 - RUA INGO BLUNK, 110 (MAI/JUL/24) – RUA CAMILO PICOLLI, 37 (AGO/24 À ABR/25) - ESTRADA NOVA																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,8	1,2	0,5	1,1	0,6	1,1	0,8	1,4	0,9	1,1	0,9	1,4	0,9	1,2	0,8	1,4	0,8	1,3	0,6	1,1	0,8	1,2	0,9	1,3
COR APARENTE	uH	15	3	3	0	5	3	3	3	3	3	5	0	10	0	5	0	10	0	8	0	5	3	5	0	3
TURBIDEZ	uT	5,0	0,5	0,7	0,5	1,8	0,4	0,8	0,3	0,7	0,2	0,6	0,1	1,7	0,2	0,6	0,2	1,7	0,2	0,7	0,2	0,4	0,2	0,9	0,2	0,4
PONTO 14 - RUA MAXIMINO BEBER, 636 - SANTO ANTÔNIO																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,7	1,5	0,6	1,3	0,8	1,0	0,7	1,9	0,5	1,1	0,6	1,0	0,5	1,5	0,7	2,1	0,8	1,0	0,6	1,1	0,7	1,3	0,8	1,6
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	3	3	0	5	0	3	0	3	0	0	0	30	0	3	3	5	3	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,4	0,7	0,3	0,5	0,3	0,5	0,2	0,6	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,8	0,1	0,4	0,2	3,7	0,2	0,5	0,2	0,6	0,2	0,4
PONTO 15 - RUA JOSÉ MARTINS, 3336 - TRÊS RIOS DO NORTE																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,7	1,4	0,5	1,2	0,5	1,8	0,8	1,2	0,7	1,0	0,6	1,0	0,8	1,1	0,6	1,3	0,8	1,1	0,6	1,1	0,6	1,2	0,8	1,2
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	3	3	0	5	0	3	0	3	0	0	0	10	0	3	3	5	0	3
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,6	0,4	0,6	0,3	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,1	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	1,3	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5

Fonte: SAMAE, 2025.

Tabela 5-27. Monitoramento Físico-químicos da qualidade da água no sistema de distribuição – Pontos 16, 17, 18 e 27.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PONTO 16 - RUA IOLANDA RUTH ROHWEDER SACHT, S/N - JOÃO PESSOA																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,7	1,5	0,6	1,3	0,8	1,2	0,7	1,1	0,7	1,1	0,5	1,0	0,7	1,1	0,7	1,4	0,8	0,9	0,6	1,0	0,6	1,3	0,8	1,1
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	3	3	3	5	0	3	0	3	0	3	0	8	0	3	3	3	3	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,6	0,3	0,6	0,2	0,6	0,1	0,6	0,1	0,4	0,2	0,9	0,2	0,6	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4
PONTO 17 – RUA CARLOS FREDERICO RAMTHUM, S/Nº IGREJA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (MAI À JUL/24) – RUA CARLOS FREDERICO RAMTHUM, UBS (AGO/24 À ABR/25) - SANTA LUZIA																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,7	1,2	0,6	1,3	0,7	1,0	0,3	0,8	0,5	1,2	0,6	1,1	0,5	1,1	0,8	1,1	0,7	0,9	0,6	0,9	0,4	0,9	0,5	1,0
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	0	0	5	0	3	3	3	0	3
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,6	0,3	0,5	0,3	0,5	0,2	0,6	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,4	0,1	0,3	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,6
PONTO 18 - RUA CARLOS FREDERICO RANTHUM, ENTRE OS N° 14346 E 14400 - SANTA LUZIA (MAI/24 À JUL/24 – RUA PREFEITO JOSÉ BAUER, 557 – RAU (AGO/24 À ABR/25)																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,5	1,3	0,6	1,3	0,7	1,0	0,8	1,1	0,4	1,0	0,6	1,1	0,5	0,9	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,8	0,5	1,0	0,7	1,3
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	3	3	3	5	0	3	0	3	0	3	0	5	0	3	3	5	3	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,4	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,7	0,2	0,5	0,2	0,3	0,1	0,5	0,2	0,5	0,2	0,7	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,5
PONTO 27 - RUA 25 DE JULHO, 576 - VILA NOVA																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,8	1,3	0,7	1,1	0,6	1,3	0,8	1,4	0,8	1,4	0,7	1,3	0,8	1,2	0,8	1,4	0,7	1,3	0,8	1,3	0,7	1,2	0,8	1,1
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	8	0	3	0	5	0	5	0	3	0	3	0	5	0	3	3	3	0	5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,4	0,6	0,4	0,7	0,4	0,7	0,3	0,5	0,2	0,4	0,2	2,3	0,2	0,6	0,2	1,2	0,3	0,6	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,5

Fonte: SAMAE, 2025.

Tabela 5-28. Monitoramento microbiológico da qualidade da água no sistema de distribuição.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24 Percentual de atendimento	JUN/24 Percentual de atendimento	JUL/24 Percentual de atendimento	AGO/24 Percentual de atendimento	SET/24 Percentual de atendimento	OUT/24 Percentual de atendimento	NOV/24 Percentual de atendimento	DEZ/24 Percentual de atendimento	JAN/25 Percentual de atendimento	FEV/25 Percentual de atendimento	MAR/25 Percentual de atendimento	ABR/25 Percentual de atendimento
SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO – ETA CENTRAL														
COLIFORMES TOTAIS	P/A 100mL	Ausência em 100% das amostras coletadas	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ESCHERICHIA COLI	P/A 100mL	Ausência em 100% das amostras coletadas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA ETA CENTRAL														
COLIFORMES TOTAIS	P/A 100mL	Ausência em 95% das amostras coletadas	98%	100%	98%	98%	98%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%
ESCHERICHIA COLI	P/A 100mL	Ausência em 100% das amostras coletadas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: SAMAE, 2025.

* P = Presente / A = Ausente

5.2.5.2 Análises realizadas pelo SAMAE - ETA Sul

Para garantir que a qualidade da água distribuída à população seja adequada, o laboratório da ETA Sul em conjunto com o Laboratório Central do SAMAE, realizam análises que atendem aos critérios da Portaria GM/MS 888/2021. Essas análises abrangem a água tratada na ETA, a saída da ETA e o sistema de distribuição. Além disso, o monitoramento da água bruta captada é realizado para melhorar a eficiência do processo e reduzir potenciais riscos.

A análise da qualidade da água é realizada com base em regulamentações específicas, apresentadas anteriormente, monitorando parâmetros em diferentes etapas do sistema:

- **Água bruta**: A análise é realizada de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, monitorando parâmetros como pluviometria, temperatura do ar, cloretos, *Escherichia coli*, cor verdadeira, condutividade, DQO, dureza total, ferro total, fósforo, manganês, nitratos, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, pH, temperatura ambiente e turbidez;
- **Água tratada na ETA**: A qualidade é monitorada segundo a Portaria GM/MS 888/2021, considerando parâmetros como pluviometria, temperatura do ar, cloretos, cloro livre, cloro total, cloro combinado, coliformes totais/*Escherichia coli*, cor aparente, condutividade, dureza total, ferro total, fluoreto, fósforo, manganês, nitratos, pH, temperatura ambiente e turbidez;
- **Saída da ETA**: A água tratada é analisada conforme a Portaria GM/MS 888/2021, com foco em parâmetros como cloro residual livre, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*;
- **Sistema de distribuição**: O monitoramento da qualidade no sistema de distribuição segue os critérios da Portaria GM/MS 888/2021, analisando cloro residual livre, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*.

Os resultados detalhados dessas análises estão apresentados a seguir, que complementam as informações descritas (Tabela 5-29 a Tabela 5-35).

5.2.5.2.1 *Qualidade da água bruta*

Tabela 5-29. Monitoramento da qualidade da água bruta captada – ETA Sul.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO SEMANAL ETA SUL - ÁGUA BRUTA																									
PARÂMETRO	UNIDADE	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
		MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PLUVIOMETRIA	mm	0,0	82,5	0,0	50,0	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	5,0	0,0	8,0	0,5	22	0,5	2,5	0,0	7,5	0,0	4,0	0,0	0,0
TEMPERATURA DO AR	°C	16,5	32	15,7	22	13,9	19,6	13,7	22,2	20,5	23,0	21,4	32,0	21	31,2	22,9	26,2	25,3	33,0	25,6	38,2	24,1	35,2	22,9	30,5
CLORETOS	mg/L	3,0	4,0	3,5	4,0	3,0	6,3	3,5	4,0	4,0	5,5	3,5	4,5	4,0	4,5	3	4	3,5	5,0	3,5	5,0	2,0	5,0	4,5	6,0
E COLI	NMP/ 100mL	573	6896	1145	9222	583	4884	573	2446	408	1112	487	1785	703	1354	771	896	1092	2187	650	7701	1100	1700	260	3500
COR VERDADEIRA	uH	10	48	7	30	8	35	6	9	9	15	10	23	11	48	25	46	6	17	22	66	9	22	9	19
CONDUTIVIDADE	µs/cm	71,1	95,9	59,6	81,5	64,4	99,7	74,1	76,8	72,1	77,1	66,6	78	55,1	68,2	58	66,6	69,50	122,8	51,3	155,5	72,7	75,6	71,8	76,5
DQO	mg/L	<5,0	11,3	<5,0	8,8	3	8,8	<5,0	5,4	<5,0	6,6	<5,0	8,8	1	13,6	<5,0	6,6	< 5,0	< 5,0	< 5,0	18,7	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
DUREZA TOTAL	mg/L $CaCO_3$	17	21	21	21,8	21,5	23,1	23,4	25,2	23	25,1	22,4	25,1	17,1	20,6	17,8	22,9	22,60	25,60	18,70	27,10	25,30	31,80	25,00	27,3
FERRO TOTAL	mg/L	0,58	5,65	0,46	1,49	0,35	2,02	0,33	0,6	0,47	0,78	0,33	0,56	0,33	1,08	0,59	1,86	< 0,02	1,02	< 0,02	2,22	0,38	0,58	0,32	0,48
FÓSFORO	mg/L	0,10	0,17	0,06	0,13	0,05	0,15	0,05	0,13	0,06	0,18	0,00	0,07	0,05	0,20	0,10	0,28	0,06	0,14	< 0,02	0,33	0,06	0,09	0,07	0,11
MANGANÊS	mg/L	-	-	-	-	-	-	0,018	0,048	0,021	0,054	0,018	0,045	0,043	0,076	0,039	0,096	NR	NR	0,045	0,076	0,044	0,054	0,036	0,52
NITRATOS	mg/L	0,2	0,5	0,3	0,6	0,3	1,5	0,3	0,8	0,2	0,4	0,3	0,6	0,1	0,6	0,3	0,8	0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,3	0,2	0,3
NITROGÊNIO AMONIACAL	mg/L	0,09	0,32	0,07	0,2	0,07	0,23	0,07	0,24	0,07	0,21	0,05	0,18	0,09	0,26	0,13	0,18	0,14	0,20	0,09	0,51	0,08	0,15	0,08	0,15
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/L	7,55	9,4	8,44	9,27	9,21	10,1	8,61	10,23	8,27	8,82	7,93	8,61	7,92	8,37	8,01	8,19	7,49	8,35	7,51	7,92	7,84	8,16	7,62	8,55
pH	-	6,81	7,41	6,43	7,46	6,34	7,81	6,61	8,08	6,9	7,21	6,55	7,12	6,25	7,69	7,01	7,42	7,40	7,53	6,76	7,29	7,39	7,58	7,33	7,55
TEMPERATURA AM.	°C	14,4	20,5	15	25,2	13,1	17,1	13	20,4	18,2	22	19,6	24,6	21,1	22,7	20,6	22,4	22,70	26,10	24,30	26,00	23,30	26,50	20,00	26,2
TURBIDEZ	NTU	6,2	131	4,29	28,2	2,57	37,5	2,84	6,56	3,24	15,1	3,98	7,94	4,28	23,8	6,76	34,6	4,67	15,60	6,92	109,0	4,23	5,82	3,28	11,1

Fonte: SAMAE, 2025.

5.2.5.2.2 Qualidade da água na estação de tratamento

Tabela 5-30. Monitoramento da qualidade da água tratada – ETA Sul.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO SEMANAL ETA SUL - ÁGUA TRATADA																								
PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888/21	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PLUVIOMETRIA	mm	-	0,0	82,5	0,0	50,0	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	5,0	0	8	0,5	22	0,5	2,5	0,0	7,5	0,0	4,0	0,0	2,0
TEMPERATURA DO AR	°C	-	16,5	32	15,7	22	13,9	19,6	13,7	22,2	20,5	23,0	21,4	32,0	21	31,2	22,9	26,2	25,3	33,0	25,6	38,2	24,1	35,2	22,9	30,5
CLORETOS	mg/L	250,0	13,0	16,0	11,0	19,0	13,0	17,5	14,5	16,0	14,0	18,5	11,5	15,5	12,5	20	14,5	15	14,5	18,5	14,5	20,0	14,5	15,5	15,5	16,5
CLORO LIVRE	mg/L	0,2 a 5	1,04	1,33	1,14	1,36	1,11	1,42	1,51	1,94	1,38	1,69	1,33	1,7	1,48	1,57	1,37	1,41	1,20	1,61	1,41	1,54	1,18	1,58	1,18	1,69
CLORO TOTAL	mg/L	-	1,14	1,47	1,21	1,41	1,19	1,51	1,56	2,01	1,46	1,82	1,5	1,77	1,57	1,62	1,51	1,52	1,33	1,73	1,52	1,65	1,27	1,66	1,31	1,74
CLORO COMBINADO	mg/L	-	0,04	0,14	0,05	0,11	0	0,13	0,05	0,13	0,02	0,13	0,07	0,17	0,04	0,14	0,11	0,14	0,12	0,18	0,02	0,11	0,00	0,12	0,05	0,13
COLIFORMES TOTAIS E.COLI	P/A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
COR APARENTE	uH	15	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	2,5	0	0	0	2,5	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0	2,5	2,5	2,5
CONDUTIVIDADE	µs/cm	-	102,8	127,9	79,1	112,1	80,3	107,2	101,8	108,3	102,8	115,2	90,8	111,9	89,7	104	89,2	101	100,9	110,5	95,3	103,7	102,5	105,2	100,4	103,5
DUREZA TOTAL	mg/L $CaCO_3$	300	16,2	20	20,4	21,1	20,9	26	25,9	28,3	21,2	26,6	23,3	25,5	18,8	20,6	16,7	20,9	24,2	25,3	21,9	28,0	26,6	31,4	24,3	29,3
FERRO TOTAL	mg/L	0,3	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	0,37	<0,02	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	< 0,02	0,23	< 0,02	< 0,02	0,00	0,00	< 0,02	< 0,02
FLUORETO	mg/L	1,5	0,71	0,98	0,68	0,83	0,79	0,83	0,78	0,84	0,73	0,84	0,76	0,88	0,68	0,88	0,75	0,81	0,71	0,96	0,75	0,88	0,68	0,90	0,70	0,86
FÓSFORO	mg/L	-	0,03	0,08	0,05	0,08	0,03	0,08	0,02	0,05	0,06	0,08	0,03	0,09	0,02	0,16	0,05	0,14	0,02	0,06	< 0,02	0,10	0,02	0,06	0,02	0,05
MANGANÊS	mg/L	0,1	-	-	-	-	-	-	0,002	0,007	0,005	0,006	0,003	0,008	0,003	0,009	0,007	0,007	NR	NR	0,012	0,013	0,012	0,023	0,014	0,160
NITRATOS	mg/L	10,0	0,6	0,9	0,7	1	0,6	1,8	0,8	1	0,7	0,9	0,6	1,4	0,4	0,8	0,8	1,3	0,6	0,7	0,7	1,1	0,5	0,6	0,6	0,7
pH	-	-	6,53	6,78	6,68	7,14	6,53	6,89	6,17	6,93	6,41	6,79	6,75	6,87	6,56	6,85	6,45	6,72	6,65	6,82	6,26	6,59	6,20	6,94	6,49	7,04
TEMPERATURA AM.	°C	-	15	27	17,1	25	14,1	17,5	14,1	21,4	18,1	22,5	20,7	23,6	22	24,5	20,7	23,7	23,3	26,3	24,2	29,6	24,0	25,8	21,0	26,1
TURBIDEZ	NTU	5	0,26	0,46	0,29	0,44	0,24	0,36	0,27	0,49	0,19	0,26	0,19	0,62	0,12	0,23	0,13	0,18	0,12	0,37	0,14	0,24	0,17	0,23	0,15	0,50

Fonte: SAMAE, 2025.

5.2.5.2.3 Qualidade da água na saída da estação de tratamento

Tabela 5-31. Monitoramento da qualidade da água na saída da estação de tratamento – ETA Sul.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO ÁGUA TRATADA SAÍDA DA ETA SUL																								
PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,8	1,3	0,8	1,6	1,0	1,6	1,5	1,9	1,0	1,7	1,1	1,7	1,0	1,6	1,05	1,51	1,20	1,61	1,17	1,54	1,18	1,60	1,18	1,69
COR APARENTE	uH	15	0	0	0	0	0	2,5	0,0	2,5	0	5	0	2,5	0	2,5	0,00	2,50	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0	2,5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,5	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5	0,1	2,1	0,1	0,6	0,1	0,4	0,12	1,17	0,11	0,37	0,13	0,19	0,15	0,41	0,17	0,50

Fonte: SAMAE, 2025.

5.2.5.2.4 *Qualidade da água no sistema de distribuição*

Tabela 5-32. Monitoramento da qualidade da água no sistema de distribuição – Pontos 19, 20 e 21.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888, 04/05/21	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PONTO 19 - RUA BERTHA WEEGE, DEFRONTE AO 4005- JARAGUÁ 84																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,8	1,1	1,0	1,5	1,1	1,4	1,4	1,8	1,3	1,5	1,1	1,6	1,0	1,4	1,2	1,5	1,0	1,4	1,0	1,5	1,2	1,6	1,1	1,6
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	0	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TURBIDEZ	uT	5,0	0,2	0,4	0,3	0,5	0,2	0,4	0,3	0,6	0,1	0,4	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,4	0,2	0,3
PONTO 20 - RUA BERTHA WEEGE, 2985 - JARAGUÁ 99																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,9	1,2	1,2	1,4	1,3	1,4	1,5	1,7	1,4	1,5	1,3	1,5	0,5	1,4	1,3	1,4	1,3	1,6	1,1	1,6	1,1	1,6	1,3	1,7
COR APARENTE	uH	15	0	0	0	3	0	3	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	2,5	0	2,5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,6	0,3	0,5	0,2	0,4	0,2	0,9	0,2	0,2	0,1	1,2	0,1	0,3	0,4	0,5	0,2	0,4	0,1	0,7	0,2	0,4	0,3	1,8
PONTO 21 - RUA ARCO ÍRIS, 79 - JARAGUÁ 99																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,9	1,2	1,0	1,3	1,1	1,2	1,5	1,7	1,1	1,5	1,2	1,3	1,2	1,4	1,2	1,4	1,2	1,3	0,8	1,2	1,2	1,4	1,2	1,6
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	3	0	0	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0	2,5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,4	0,4	2,9	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	1,9	0,1	0,3	0,1	1,5	0,2	1,4

Fonte: SAMAE, 2025.

Tabela 5-33. Monitoramento da qualidade da água no sistema de distribuição – Pontos 22, 23 e 24.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PONTO 22 - RUA PASTOR ALBERT SCHNEIDER, 656 (MAI/24 À JAN/25) - RUA PASTOR ALBERT SCHNEIDER, 357 (FEV/25 À ABR/25) - BARRA DO RIO CERRO																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,9	1,1	1,1	1,5	1,2	1,4	1,5	2,2	1,2	1,6	1,4	1,5	1,2	1,5	1,2	1,4	1,1	1,5	1,0	1,4	1,2	1,7	1,2	1,6
COR APARENTE	uH	15	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	3	0	0	0	0,0	0	2,5	0	0,0	0	2,5	0,0	2,5
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3	0,7	0,2	0,3	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,4	0,2	1,6	0,2	2,4
PONTO 23 - RUA GEORG REINKE, 863 - RIO DA LUZ																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,9	1,0	0,9	1,4	1,1	1,4	1,3	1,6	1,2	1,5	0,8	1,5	0,7	1,7	0,7	1,5	0,8	1,3	0,7	1,7	0,7	1,5	0,8	1,5
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	3	0	5	0	3	0	3	0	3	0	2,5	0	2,5	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,5	0,3	0,6	0,3	0,8	0,4	1,8	0,2	0,3	0,2	0,7	0,1	1,5	0,1	0,8	0,1	0,7	0,1	0,4	0,2	0,7	0,3	1,0
PONTO 24 - RODOVIA WOLFGANG WEEGE, 6945 (MAI/24 À JAN/25) – RODOVIA SC 110, KM 26 (FEV/25 À ABR/25) - RIO CERRO II																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,3	1,0	0,9	1,6	0,6	0,8	0,8	1,3	0,8	1,0	0,9	1,0	0,5	0,8	0,6	0,8	0,6	1,0	0,8	1,3	1,0	1,6	1,1	1,4
COR APARENTE	uH	15	0	5	3	18	3	25	3	5	5	8	3	3	0	3	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0,0	0,0
TURBIDEZ	uT	5,0	0,5	0,9	0,4	5,9	1,0	###	1,1	4,1	0,7	2,1	0,4	0,9	0,2	1,4	0,3	0,5	0,1	0,5	0,2	1,0	0,2	1,0	0,3	0,8

Fonte: SAMAE, 2025.

Tabela 5-34. Monitoramento da qualidade da água no sistema de distribuição – Pontos 25, 26.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24		JUN/24		JUL/24		AGO/24		SET/24		OUT/24		NOV/24		DEZ/24		JAN/25		FEV/25		MAR/25		ABR/25	
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
PONTO 25 - RUA ANGELO RUBINI, 600 - BARRA DO RIO CERRO																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,7	1,1	0,9	1,5	0,9	1,4	1,5	1,7	1,2	1,5	1,2	1,6	1,2	1,5	1,2	1,4	1,1	1,4	1,0	1,4	1,0	1,5	1,2	1,6
COR APARENTE	uH	15	0	0	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	0,0	0	2,5	0	2,5	0	0,0	0,0	0,0
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,5	0,3	0,6	0,2	0,6	0,4	1,4	0,2	1,1	0,2	0,6	0,2	0,5	0,1	0,4	0,1	0,6	0,1	1,5	0,2	0,8	0,2	0,8
PONTO 26 - RUA MARCELO BARBI, 525 - VILA LENZI																										
CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	5,0	0,8	1,4	0,7	1,2	0,5	1,0	0,9	1,3	0,8	1,2	0,7	1,2	0,7	1,1	0,7	1,4	0,7	1,1	0,7	1,4	0,5	1,0	0,8	1,1
COR APARENTE	uH	15	0	3	0	3	0	5	3	3	3	3	0	5	0	5	0	0,0	0	5,0	0	2,5	0	7,5	0,0	5,0
TURBIDEZ	uT	5,0	0,3	0,8	0,4	0,7	0,4	0,7	0,3	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	1,0	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	1,3	0,2	0,3

Fonte: SAMAE, 2025.

Tabela 5-35. Monitoramento microbiológico da qualidade da água no sistema de distribuição.

PARÂMETRO	UNIDADE	PORTARIA GM/MS 888	MAI/24 Percentual de atendimento	JUN/24 Percentual de atendimento	JUL/24 Percentual de atendimento	AGO/24 Percentual de atendimento	SET/24 Percentual de atendimento	OUT/24 Percentual de atendimento	NOV/24 Percentual de atendimento	DEZ/24 Percentual de atendimento	JAN/25 Percentual de atendimento	FEV/25 Percentual de atendimento	MAR/25 Percentual de atendimento	ABR/25 Percentual de atendimento
SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO – ETA SUL														
COLIFORMES TOTAIS	P/A 100mL	Ausência em 100% das amostras coletadas	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ESCHERICHIA COLI	P/A 100mL	Ausência em 100% das amostras coletadas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA ETA SUL														
COLIFORMES TOTAIS	P/A 100mL	Ausência em 95% das amostras coletadas	94%	97%	100%	97%	100%	97%	97%	97%	100%	100%	100%	100%
ESCHERICHIA COLI	P/A 100mL	Ausência em 100% das amostras coletadas	100%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: SAMAE, 2025.

*P = Presente / A = Ausente

5.2.5.3 Análises realizadas no laboratório terceirizado

O laboratório terceirizado é responsável por realizar análises complexas que demandam equipamentos específicos, abrangendo a captação, a saída do tratamento e o sistema de distribuição nas unidades ETA Central, ETA Sul e no Sistema Independente de Santo Estevão.

- **ETA Central**:
  - Na captação, são analisados 136 parâmetros;
  - Na saída do tratamento, são analisados 161 parâmetros;
  - No sistema de distribuição, são analisados até 12 parâmetros, sendo coletadas amostras em 4 pontos distintos.
- **ETA Sul:**
  - Na captação, são analisados 136 parâmetros;
  - Na saída do tratamento, são analisados 161 parâmetros;
  - No sistema de distribuição, são analisados 12 parâmetros.
- **Sistema Independente de Santo Estevão:**
  - Na captação, são analisados 134 parâmetros;
  - Na saída do tratamento, são analisados 161 parâmetros;
  - No sistema de distribuição, são analisados 12 parâmetros.

Os parâmetros analisados na água bruta têm como objetivo orientar as ações necessárias durante a etapa de tratamento, além de monitorar possíveis ocorrências, como derramamento de óleo ou outras anomalias.

Assim, mesmo que algum parâmetro esteja fora do padrão desejado, sua análise é fundamental para subsidiar decisões que garantam a potabilidade da água, em conformidade com a Portaria GM/MS 888/2021.

Uma cópia com os formulários destas análises, estará disponível nos anexos finais deste relatório.

5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS E EVENTOS PERIGOSOS E CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

Nesta etapa, foram identificados os pontos do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) onde podem ocorrer falhas operacionais que permitam a permanência de agentes físicos, químicos ou biológicos na água após o tratamento. Para esclarecer, apresentamos as definições adotadas para os termos perigo e risco:

- **Perigo:** evento ou condição capaz de resultar em um efeito adverso à saúde do consumidor ou comprometer o abastecimento de água.
- **Risco:** produto da probabilidade de ocorrência de um perigo e da severidade das consequências associadas.

5.3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS

A seguir, são apresentados os perigos e eventos perigosos associados ao SAA. Esses perigos podem ser classificados em três categorias principais:

O **Perigos Físicos**, são objetos estranhos que podem causar danos físicos ao consumidor, como cortes, lesões ou engasgamento. Esses perigos geralmente resultam de falhas no processo produtivo ou na manipulação dos alimentos. Exemplos: fragmentos de plástico, metais, pedras, etc.

Os **Perigos Químicos**, são substâncias químicas que, se presentes em níveis inadequados, podem causar intoxicações ou efeitos adversos à saúde. Podem ser naturais ou adicionados intencionalmente ou acidentalmente. Exemplos: toxinas naturais, produtos químicos industriais, aditivos alimentares, alergênicos, etc.

Já os **Perigos Biológicos**, são micro-organismos ou substâncias produzidas por eles que podem causar doenças ou intoxicações. Incluem bactérias, vírus, parasitas e fungos. Exemplos: bactérias, vírus, parasitas, fungos, etc.

Além disso, os perigos identificados decorrem de fatores naturais, especialmente no manancial de abastecimento, e de intervenções humanas. Foram considerados tanto acidentes quanto condições operacionais que ultrapassam limites aceitáveis. Esse levantamento minucioso permitiu identificar os pontos críticos e de controle operacional que exigem monitoramento rigoroso para garantir a qualidade final da água distribuída.

5.3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

A Portaria nº 888/21 reforça a obrigatoriedade legal de avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, considerando os riscos à saúde. Essa avaliação deve se basear na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características da água, nas condições físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída.

A definição de medidas de controle deve priorizar os riscos associados a perigos ou eventos perigosos. No contexto de um Plano de Segurança da Água (PSA), o perigo é definido como um agente biológico, físico ou químico, ou como uma condição da água com potencial de causar efeitos adversos à saúde. Os eventos perigosos com maior severidade e probabilidade de ocorrência demandam maior atenção e prioridade em comparação com aqueles de menor impacto ou menor probabilidade.

Para priorizar os riscos, foi necessário estabelecer uma matriz de correlação com os perigos identificados. De acordo com Vieira (2005), a avaliação de riscos deve incluir:

- Escala de probabilidade de ocorrência;
- Escala de severidade das consequências para a saúde da população.

A metodologia envolve a estimativa da frequência do evento e a severidade de suas consequências para definir a probabilidade de ocorrência.

5.3.2.1 Metodologia para avaliação e classificação dos riscos

A Matriz de Classificação de Riscos (Tabela 5-36) é uma ferramenta amplamente utilizada em diferentes áreas, como gestão de projetos, segurança ocupacional e saúde pública. Essa matriz auxilia na identificação e classificação de riscos com base em sua probabilidade de ocorrência e no impacto potencial.

Sua estrutura básica envolve dois eixos principais: Probabilidade de Ocorrência e Impacto ou Severidade, conforme Tabela 5-37.

Tabela 5-36. Matriz de Classificação de Risco.

Matriz de Classificação de Risco

Probabilidade de ocorrência (P) x Severidade (S)	Sem impacto (1)	Pequena (2)	Moderada (3)	Grande (4)	Catastrófica (5)
Quase certo (5)	Risco baixo	Risco elevado	Risco elevado	Risco extremo	Risco extremo
Muito Provável (4)	Risco baixo	Risco moderado	Risco elevado	Risco extremo	Risco extremo
Provável (3)	Risco baixo	Risco moderado	Risco moderado	Risco elevado	Risco elevado
Pouco Provável (2)	Risco baixo	Risco moderado	Risco moderado	Risco moderado	Risco elevado
Raro (1)	Risco baixo	Risco baixo	Risco baixo	Risco baixo	Risco baixo

P x S	Sem impacto (1)	Pequena (2)	Moderada (3)	Grande (4)	Catastrófica (5)
Quase certo (5)	5	10	15	20	25
Muito Provável (4)	4	8	12	16	20
Provável (3)	3	6	9	12	15
Pouco Provável (2)	2	4	6	8	10
Raro (1)	1	2	3	4	5

P x S	Classificação do risco	Ações de gerenciamento
<6	Risco baixo	Nenhuma ação é requerida. Os controles operacionais existentes devem ser mantidos e são suficientes.
6-9	Risco moderado	Necessidade de atenção.
10-15	Risco elevado	Necessidade de especial atenção. Os controles operacionais existentes devem ser mantidos. Ações adicionais podem ser implementadas.
>15	Risco extremo	Necessidade de ação imediata.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 5-37. Escala de Severidade e Probabilidade de Ocorrência.

Escala de Severidade (S)		
1	Sem Impacto	Nenhum efeito perceptível ou relevante.
2	Pequena	Efeitos mínimos e facilmente reversíveis, sem interrupções significativas.
3	Moderada	Impacto notável, requer ações corretivas, mas sem comprometer significativamente o funcionamento geral.
4	Grande	Efeito substancial, com prejuízos significativos e possível interrupção de atividades.
5	Catastrófica	Consequências graves ou irreversíveis, comprometendo totalmente operações, segurança ou objetivos.

Escala de Probabilidade de Ocorrência (P)		
1	Raro	Pode ocorrer em situações excepcionais (uma vez em cinco anos).
2	Pouco provável	Pode ocorrer uma vez por ano.
3	Provável	Vai ocorrer provavelmente uma vez por mês.
4	Muito provável	Vai acontecer provavelmente uma vez por semana.
5	Quase certa	Espera-se que ocorra uma vez por dia.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

A probabilidade do evento foi classificada em quatro categorias: Risco Baixo, Risco Moderado, Risco Elevado e Risco Extremo:

- Probabilidade de Ocorrência: Este eixo representa a chance ou a probabilidade de que um determinado evento ou risco ocorra. Pode ser classificado em categorias como baixa, média e alta probabilidade;
- Impacto ou Severidade: Este eixo avalia o impacto potencial que o evento ou risco terá se ocorrer. O impacto pode ser classificado em categorias como: Sem impacto, pequeno impacto, moderado, grande e catastrófico;
- Risco Baixo: Risco de Baixa Probabilidade e Baixo Impacto. Esses riscos são considerados menores e podem ser gerenciados com menos urgência, mas ainda devem ser monitorados e avaliados periodicamente;
- Risco Moderado: Risco baixo Riscos de Alta Probabilidade, mas de Baixo Impacto. Embora esses riscos possam ocorrer com frequência, seu impacto é menor podendo não ser tão crítico. No entanto, ainda requerem atenção e medidas de gestão;
- Risco Elevado: Risco de Baixa Probabilidade, mas de Alto Impacto. Embora seja improvável que ocorram com frequência, se acontecerem, podem ter consequências significativas. Geralmente, são riscos que requerem planos de contingência ou preparação para emergências;
- Risco extremo: Risco de Alta Probabilidade e Alto Impacto, estes são os riscos mais críticos e urgentes que exigem ação imediata e medidas de mitigação prioritária.

Uma vez que os riscos são classificados na matriz, isso fornece uma base para priorizar a alocação de recursos e às necessidades específicas de cada contexto ou organização. Ela ajuda a fornecer uma estrutura visual para entender e gerenciar os riscos de forma eficaz. Para possibilitar a classificação dos riscos dos eventos ou condições das atividades ou operações realizadas pelo SAMAE, determinou-se uma escala para quantificação da Severidade (S) e uma escala para quantificação também da Probabilidade de Ocorrências (P), onde o produto destas duas grandezas é então a Classificação dos Riscos.

5.3.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DAS UNIDADES OPERACIONAIS

Para classificar os riscos associados ao sistema de abastecimento de água de Jaraguá do Sul, foram elaboradas Matrizes de Riscos para cada unidade operacional. Essas matrizes foram desenvolvidas com base na identificação dos processos unitários de cada sistema, nos eventos ou condições com potencial de risco para esses processos e nos possíveis perigos ou impactos decorrentes da ocorrência desses eventos ou condições.

Para cada evento ou condição analisada, foi realizada uma avaliação tanto da probabilidade de ocorrência quanto da severidade associada, permitindo a definição da Classificação de Risco. A seguir, são apresentadas as Matrizes de Riscos desenvolvidas para as unidades operacionais do SAMAE, sendo elas:

- Mananciais;
- Captações;
- Adutoras;
- Sistemas Elétricos;
- ETA Central / ETA Sul;
- Tratamento de Lodo – ETA Central;
- Reservatórios;
- Produtos Químicos;
- Laboratórios
- Distribuição.

- <u>Mananciais</u>

A Tabela 5-38, apresenta a matriz de classificação de riscos junto aos mananciais que abastecem as ETAs Central e Sul, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades que possam interferir neste processo.

Tabela 5-38. Matriz de Classificação de Riscos – Mananciais.

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
Mananciais	Qualidade da água dos mananciais	Presença de contaminantes emergentes no manancial	Químico e/ou Biológica Paralisação temporária da operação	2	5	**Risco elevado**
		Aumento substancial da turbidez	Químico e/ou Biológico	3	2	**Risco moderado**
		Aumento ou diminuição substancial do pH e alcalinidade	Químico e/ou Biológico	3	2	**Risco moderado**
		Paralisações das captações decorrente das variações climáticas sazonais (estiagem ou enchentes)	Físico	3	3	**Risco moderado**
		Paralisação temporária da captação e operação decorrente de acidentes em rodovias com cargas perigosas	Físico, Químico e/ou Biológico Paralisação temporária da operação	2	5	**Risco elevado**

Fonte: SAMAE, 2025.

Como se observa, **dois pontos** necessitam de uma atenção especial, sendo eles classificados como **risco elevado**, relacionados a presença de contaminantes emergentes no manancial e acidentes na rodovia com cargas perigosas. Já os demais eventos foram classificados com **risco moderado**, onde não comprometem significativamente a operação das ETAs.

- Captações

A Tabela 5-39, apresenta a matriz de classificação de riscos junto as captações de água bruta que abastecem as ETAs Central e Sul, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades que possam interferir neste processo.

Tabela 5-39. Matriz de Classificação de Riscos – Captações

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
Captação de água superficial	Captação de água bruta	Paralisação temporária da operação por avaria do conjunto motobomba de transporte de água bruta (ETA Central)	Físico Paralisação temporária	2	4	**Risco moderado**
		Paralisação temporária decorrente de assoreamento do canal de captação (ETA Central/ETA Sul)	Físico Paralisação temporária	2	3	**Risco moderado**
		Paralisação temporária decorrente de avaria do sistema de comunicação/ Telemetria	Físico Paralisação temporária	2	2	**Risco Baixo**
		Paralisação temporária por avaria do sistema de acionamento, cabos, painéis ou sistema elétrico	Físico Paralisação temporária	2	4	**Risco moderado**
		Sabotagem ou Vandalismo	Físico Paralisação temporária	1	5	**Risco Baixo**
		Interrupção no fornecimento de energia elétrica	Físico Paralisação temporária	2	3	**Risco moderado**

Fonte: SAMAE, 2025.

A maior parte destes eventos (4 eventos) foi classificada como de **risco moderado**, necessitando apenas de atenção, seguido pelo **risco baixo** onde não será

necessária nenhuma ação, pois os controles operacionais existentes devem ser mantidos e serão suficientes.

- Adutoras

A Tabela 5-39, apresenta a matriz de classificação de riscos junto as adutoras de água bruta que abastecem as ETAs Central e Sul, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades que possam interferir neste processo.

Tabela 5-40. Matriz de Classificação de Risco – Adutoras

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
ADUTORAS	Adução da água bruta	Acumulação de sedimentos no interior da adutora	Físico, Químico e/ou Biológico	2	2	**Risco Baixo**
		Ruptura da adutora	Físico Falta de água generalizada	1	5	**Risco Baixo**

Fonte: SAMAE, 2025.

Observa-se a existência apenas de eventos com a classificação de **risco baixo**, onde não será necessária nenhuma ação, pois os controles operacionais existentes poderão ser mantidos e serão suficientes diante do potencial perigo ou efeito.

- Sistemas Elétricos

A Tabela 5-41, apresenta a matriz de classificação de riscos junto aos sistemas elétricos das ETAs Central e Sul, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades que possam interferir neste processo.

Tabela 5-41. Matriz de Classificação de Risco – Sistemas Elétricos.

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
Sistemas Elétricos ETA Central / ETA Sul	Sistemas de Recalque R1/R2/R3/R4/R5 / R6	Falha elétricas e interrupção no abastecimento	Físico Paralisação total do bombeamento hidráulico	1	5	**Risco Baixo**
		Falha de redundância operacional	Físico Interrupção parcial do sistema de bombeamento	2	3	**Risco moderado**
		Falhas no sistema de controle e automação	Físico Perda de controle remoto, comprometendo a operação, monitoramento e respostas a falhas	1	3	**Risco Baixo**
		Cavitação e problemas hidráulicos	Físico Sobrecarga do motor, causando falha elétrica	1	2	**Risco Baixo**
		Aterramento SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)	Físico Falha no aterramento que podem gerar surtos e falhas elétricas graves	1	4	**Risco Baixo**
		Refrigeração da sala dos painéis elétricos	Físico Paralisação parcial por sobreaquecimento	2	4	**Risco moderado**
		Projetos elétricos desatualizados	Riscos de acidente e tempo de manutenção	2	3	**Risco moderado**
		Inundação do abrigo das bombas	Falha elétrica por curto-circuito	1	5	**Risco Baixo**
		Impactos na qualidade da água tratada	Superdosagem de produtos químicos no tanque de contato	1	3	**Risco Baixo**

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
		Redundância de transformadores (Captação ETA Central)	Falha na alimentação elétrica	1	2	Risco Baixo
		Redundância de transformadores (Recalque ETA Central)	Falha na alimentação elétrica	2	4	Risco moderado
		Redundância de transformadores (Captação ETA Sul)	Falha na alimentação elétrica	1	2	Risco Baixo
	Cabine Primária (Sistema de Recalque de Água Tratada e Água Bruta)	Projetos elétricos desatualizados	Riscos de acidente e tempo de manutenção	2	3	Risco moderado
		Inspeções e limpezas	Riscos de acidente e interrupção no fornecimento de energia	2	3	Risco moderado
		Testes de ensaios e monitoramento	Riscos de acidente e interrupção no fornecimento de energia	2	3	Risco moderado
		Aterramento SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)	Falha no aterramento que podem gerar surtos e falhas elétricas graves	1	4	Risco Baixo
		Ausência de redundância (gerador) na alimentação elétrica	Paralisação total no fornecimento de energia	1	4	Risco Baixo

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
		Inundação da cabine primária (Água Tratada)	Falha elétrica por curto-circuito	1	5	Risco Baixo
	Sistema de Cloro Gás (ETA Central)	Falha ou inatividade dos sensores do abrigo do cloro gás	Não detecção do vazamento ocasionando riscos de acidentes	1	5	Risco Baixo
	Sistemas de Automação (Supervisório)	Falhas dos equipamentos de automação e ausência do acesso ao supervisório	Perda de controle operacional/ qualidade da água	2	3	Risco moderado

Fonte: SAMAE, 2025.

Observa-se que os eventos foram classificados como de **risco baixo** e **risco moderado** não necessitando de uma ação, pois os controles operacionais existentes devem ser mantidos e serão suficientes, bem como a necessidade de monitoramento.

- ETA Central / ETA Sul

A Tabela 5-42, apresenta a matriz de classificação de riscos junto as ETAs Central e Sul, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades que possam interferir neste processo.

Tabela 5-42. Matriz de Classificação de Riscos – ETA Central e Sul

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
ETA CENTRAL E ETA SUL	GERAL	Interrupção no fornecimento de energia elétrica (ETA Central/Sul)	Físico Paralisação temporária	2	3	Risco moderado
		Falha do Macromedidor de medição de vazão	Físico Paralisação temporária	3	1	Risco Baixo

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
		Problemas com pessoal (por exemplo, perda de operador, emergência médica)	Físico Paralisação temporária	3	1	Risco Baixo
		Sabotagem/ Vandalismo	Físico Paralisação temporária	1	5	Risco Baixo
		Falha no sistema supervisório - CCO	Físico Paralisação temporária	2	1	Risco Baixo
		Atraso na entrega de produtos químicos	Físico Paralisação temporária	1	5	Risco Baixo
	Pré-sedimentação	Entrada excessiva de sólidos	Físico Sobrecarga do sistema	3	1	Risco Baixo
		Acúmulo de lodo	Biológico Ressuspensão de sólidos e geração de odores desagradáveis	1	1	Risco Baixo
	Coagulação	Falha do sistema de dosagem de coagulante (PAC)	Químico e/ou Biológico Persistência de partículas suspensas, matéria orgânica e contaminantes na água	3	3	Risco moderado
		Falha da dosagem do coagulante	Químico e/ou Biológico Inadequabilidade do pH da água (Alto ou Baixo)	3	2	Risco moderado

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
		Condições baixas de alcalinidade	Químico e/ou Biológico Turbidez e redução na formação de flocos	3	2	Risco moderado
		Falha do sistema de medição de vazão	Físico Paralisação temporária	1	2	Risco Baixo
	Floculação	Falha do sistema de dosagem do polímero (ETA Central)	Físico Persistência de partículas suspensas, matéria orgânica e contaminantes na água	1	3	Risco Baixo
		Falha no sistema de dosagem de carvão ativado (ETA Central)	Químico e/ou Biológico Presença de contaminantes na água	1	2	Risco Baixo
	Decantação	Vazões a cima do projetado para o decantador	Químico e/ou Biológico Arraste de sólidos para as etapas seguintes	1	2	Risco Baixo
	Filtração	Aumento da turbidez da água filtrada	Biológico Contaminação microbiológica e formação de subprodutos de desinfecção	2	2	Risco Baixo
	Desinfecção Final - Tanque de Contato	Falha no sistema de dosagem de Ortopolifosfato de Sódio (ETA Central)	Físico Corrosão no sistema de distribuição	2	2	Risco Baixo

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
		Falha na dosagem de Ortopolifosfato de Sódio (ETA Central)	Químico e/ou Biológico Danos à saúde da população abastecida	2	2	Risco Baixo
		Falha no sistema de dosagem de Flúor	Químico e/ou Biológico Dano à saúde da população	2	2	Risco Baixo
		Falha no sistema de dosagem de Flúor	Químico Intoxicação da população (superdosagem)	2	3	Risco moderado
		Falha no sistema de dosagem de cloro	Químico e/ou Biológico Contaminação da água tratada	2	4	Risco moderado
		Falha na dosagem de cloro para desinfecção final	Químico e/ou Biológico Danos à saúde da população abastecida	2	4	Risco moderado
		Formação de subprodutos	Biológico Danos à saúde da população abastecida	1	3	Risco Baixo
		Falha no sistema de dosagem de hidróxido de cálcio (ETA Central)	Danos à saúde da população abastecida	2	2	Risco Baixo
		Falha do sistema de dosagem de alcalinizante	Inadequabilidade do pH da água (Baixo)	1	2	Risco Baixo
		Falha na dosagem de hidróxido de cálcio (ETA Central)	Danos à saúde da população abastecida	2	2	Risco Baixo

Fonte: SAMAE, 2025.

Observa-se que a maior parte destes eventos foi classificada como de **risco baixo**, não necessitando de uma ação, pois os controles operacionais existentes devem

ser mantidos e serão suficientes. Observa-se também a ocorrência da classificação de **risco moderado** ligados ao processo de coagulação e desinfecção final, necessitando apenas de atenção, pois o impacto poderá ser notável, requerendo ações corretivas, mas sem comprometer significativamente o funcionamento geral.

- Tratamento do Lodo – ETA Central

A Tabela 5-43, apresenta a matriz de classificação de riscos junto as ETAs Central e Sul, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades que possam interferir neste processo.

Tabela 5-43. Matriz de Classificação de Risco – Tratamento do Lodo da ETA Central.

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
ETA CENTRAL	Remoção do lodo - ETA Central	Falhas mecânicas no sistema de tratamento de lodo	Descarte direto do lodo no manancial	2	2	Risco Baixo
		Contaminação do lodo, provenientes de acidentes químicos e ambientais.	Descarte de material contaminado	1	2	Risco Baixo

Fonte: SAMAE, 2025.

Observa-se que junto ao Tratamento do Lodo na ETA Central, os eventos possuem sua classificação de **risco baixo**, não necessitando de nenhuma ação, pois os controles operacionais existentes devem ser mantidos e serão suficientes para a continuidade no processo de tratamento.

É importante destacar que essa etapa é vista como algo separado do processo principal de tratamento da água, ou seja, sua execução (ou não) não afeta a qualidade final da água tratada.

- Reservatórios

A Tabela 5-44, apresenta a matriz de classificação de riscos referente aos reservatórios, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades, resultando em classificações de risco.

Tabela 5-44. Matriz de Classificação de Riscos – Reservatórios

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
Reservatório	Falta de água para abastecimento	Dano ou destruição do reservatório devido a um desastre natural	Físico Paralisação temporária	1	3	Risco Baixo
		Inexistência de controle de acesso de pessoas – Ações de vandalismo ou sabotagem.	Físico, Químico e/ou Biológico Paralização temporária	1	3	Risco Baixo
		Vazamento causado por rachadura nas paredes e fundo do reservatório	Físico Paralisação temporária	2	2	Risco Baixo
		Operações de limpeza e manutenção ineficientes.	Físico, Químico e/ou Biológico Paralização temporária	2	2	Risco Baixo
	Deficiência no abastecimento de água	Medição incorreta do nível de água ou mal funcionamento do sistema de processamento de dados	Físico Paralisação temporária	2	2	Risco Baixo
	Contaminação da água	Introdução de contaminantes por materiais impróprios ou problemas operacionais	Físico, Químico e/ou Biológico Paralização temporária	1	3	Risco Baixo
	Deterioração da qualidade de água	Ausência de monitoramento da qualidade da água na saída do reservatório.	Físico, Químico e/ou Biológico	1	2	Risco Baixo
		Excessivo acúmulo de sedimentos no piso do reservatório	Físico e/ou Químico	2	2	Risco Baixo

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
		Excessivo acúmulo de biofilme nas paredes dos reservatórios	Físico e/ou Químico	1	2	Risco Baixo

Fonte: SAMAE, 2025.

Observa-se que todos os eventos foram classificados como de **risco baixo**, não necessitando de uma ação, pois os controles operacionais existentes devem ser mantidos e serão suficientes.

- Produtos Químicos

A Tabela 5-45, apresenta a matriz de classificação de riscos junto aos Produtos Químicos utilizados nas ETAs Central e Sul, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades que possam interferir neste processo.

Tabela 5-45. Matriz de Classificação de Riscos – Produtos Químicos.

Unidade	Produto	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
Produtos Químicos (Água Bruta)	Cloro Gás (ETA Central)	Vazamento	Físico Paralisação na dosagem	2	3	Risco moderado
		Contato acidental por vazamento	Físico Danos à saúde dos técnicos envolvidos	2	4	Risco moderado
		Superdosagem	Químico Intoxicação da população abastecida	1	2	Risco Baixo
		Deterioração das instalações de armazenamento e dosagem	Físico Paralisação na dosagem	1	2	Risco Baixo
	Ácido Fluossilícico	Vazamento	Físico Paralisação na dosagem	1	2	Risco Baixo

Unidade	Produto	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
		Contato acidental	Físico Danos à saúde dos técnicos envolvidos	1	2	Risco Baixo
		Liberação de gases tóxicos	Físico, Químico e/ou Biológico	1	2	Risco Baixo
		Deterioração das instalações de armazenamento e dosagem	Físico Paralisação na dosagem	1	2	Risco Baixo
	Hidróxido de Cálcio (ETA Central)	Vazamento	Físico Paralisação na dosagem	1	1	Risco Baixo
		Contato acidental	Físico Danos à saúde dos técnicos envolvidos	1	1	Risco Baixo
		Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem	Físico Paralisação na dosagem	1	1	Risco Baixo
	Carvão Ativado (ETA Central)	Incêndios	Físico Acidente de trabalho, danos a estrutura equipamentos e pessoal	1	2	Risco Baixo
		Contato acidental	Físico Danos à saúde dos técnicos envolvidos	1	2	Risco Baixo
	Policloreto de Alumínio (PAC12%)	Vazamentos	Físico Paralisação na dosagem	1	1	Risco Baixo
		Contato acidental	Físico Danos à saúde dos técnicos envolvidos	1	2	Risco Baixo

Unidade	Produto	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
		Formação de precipitados	Físico Paralisação na dosagem	1	2	Risco Baixo
		Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem	Físico Paralisação na dosagem	1	1	Risco Baixo
Produtos Químicos (Água Tratada)	Hipoclorito de Sódio Comercial	Vazamento	Físico Paralisação na dosagem	1	2	Risco Baixo
		Contato acidental	Físico Danos à saúde dos técnicos envolvidos	1	2	Risco Baixo
		Formação de gases tóxicos	Físico e/ou Químico	1	2	Risco Baixo
		Deterioração das instalações de armazenamento e dosagem	Físico Paralisação na dosagem	1	2	Risco Baixo
	Hipoclorito de Sódio (Gerado in loco - ETA Sul)	Vazamento	Físico Paralisação na dosagem	1	2	Risco Baixo
		Contato acidental	Físico Danos à saúde dos técnicos envolvidos	1	2	Risco Baixo
		Formação de gases tóxicos	Físico e/ou Químico	1	2	Risco Baixo
		Corrosão de equipamentos	Físico e/ou Químico	1	2	Risco Baixo
		Risco de explosão	Físico Acidente de trabalho, danos a estrutura equipamentos e pessoal	1	4	Risco Baixo

Unidade	Produto	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
	Ortopolifosfato de Sódio - ETA Central	Vazamentos	Físico Paralisação na dosagem	1	2	Risco Baixo
		Contato acidental	Físico Danos à saúde dos técnicos envolvidos	1	2	Risco Baixo

Fonte: SAMAE, 2025.

Verificou-se que a maioria dos eventos associados aos Produtos Químicos, foram classificadas como de **risco baixo**, não necessitando de uma ação, pois os controles operacionais existentes devem ser mantidos e serão suficientes para conter o eventual problema. Apenas dois eventos foram classificados de **risco moderado**, relacionados a vazamento e a contaminação acidental por vazamentos, necessitando apenas de atenção.

- Laboratórios

A Tabela 5-46, apresenta a matriz de classificação de riscos referente aos procedimentos laboratoriais existentes, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades, resultando em classificações de risco.

Tabela 5-46. Matriz de Classificação de Risco – Laboratórios.

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
Laboratório Interno	Coleta Bacteriológica e Físico-Química	Falha nos procedimentos para a coleta de água no sistema de distribuição	Biológico	1	2	Risco Baixo
		Falha nos procedimentos para coleta de Água Superficial	Biológico	1	2	Risco Baixo
	Frascos de Coleta	Qualidade ruim dos materiais para coleta bacteriológica	Biológico	1	3	Risco Baixo

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
		Falha nos procedimentos para limpeza dos frascos	Químico e/ou Biológico	1	3	Risco Baixo
	Materiais laboratoriais	Falha nos procedimentos de esterilização	Biológico	1	3	Risco Baixo
		Falha nos procedimentos de limpeza	Físico e/ou Biológico	1	3	Risco Baixo
	Análises Bacteriológicas	Falha nos procedimentos internos para realização das análises	Físico e/ou Biológico	1	3	Risco Baixo
		Resultados de análises de coliformes falso-negativo	Biológico	1	3	Risco Baixo
	Análises Físico-Químicas	Falha nos procedimentos para realização das análises	Físico e/ou Químico	1	3	Risco Baixo
	Equipamentos	Equipamentos com defeitos	Físico Paralisação temporária	1	3	Risco Baixo
	Técnicos Laboratoriais	Falta de mão de obra especializada	Físico Paralisação temporária	1	1	Risco Baixo

Fonte: SAMAE, 2025.

A classificação de **risco baixo** foi identificada em sua totalidade nos processos laboratoriais, não necessitando de uma ação, pois os controles operacionais existentes devem ser mantidos e serão suficientes para conter o eventual problema.

- Distribuição

A Tabela 5-47, apresenta a matriz de classificação de riscos referente ao sistema de distribuição, considerando eventos ou condições, potenciais perigos, probabilidades e severidades, resultando em classificações de risco.

Tabela 5-47. Matriz de Classificação de Riscos – Rede de Distribuição.

Unidade	Processo	Evento ou condição da etapa analisada	Potencial Perigo ou Efeito	Probabilidade	Severidade	Classificação de risco
Rede de Distribuição	Material	Uso de materiais e revestimentos inadequados	Físico, Químico e/ou Biológico Ruptura da tubulação e contaminações	1	2	Risco Baixo
		Desinfecção ineficiente após reparo de rede	Químico e/ou Biológico	3	2	Risco moderado
		Infiltrações	Físico e/ou Biológico Paralisação temporária	2	2	Risco Baixo
		Rompimento de rede	Físico Paralisação temporária	3	2	Risco moderado
		Mau funcionamento ou quebra de válvulas ou boosters	Físico Paralisação temporária	3	2	Risco moderado
	Qualidade da água	Residual de cloro inadequado	Danos à saúde da população abastecida	1	3	Risco Baixo
		Residual de flúor inadequado	Danos à saúde da população abastecida	1	3	Risco Baixo
		Formação de subprodutos da desinfecção	Danos à saúde da população abastecida	1	3	Risco Baixo
		Formação de película na tubulação	Danos à saúde da população abastecida	2	3	Risco moderado

Fonte: SAMAE, 2025.

Observa-se que a maior parte destes eventos foi classificada como de **risco baixo**, não necessitando de uma ação, pois os controles operacionais existentes devem ser mantidos e serão suficientes. Observa-se também a ocorrência da classificação de **risco moderado,** necessitando apenas de atenção.

CAPÍTULO IV

6 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS (PCC)

Segundo a Organização Mundial da Saúde (1998), um sistema de Análise de Perigos e Pontos de Controle Críticos (APPCC) é uma abordagem sistemática utilizada para identificar e controlar os perigos que podem comprometer a potabilidade da água, sejam eles físicos, químicos ou biológicos. Esse sistema estabelece medidas de controle com base na identificação de Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos Críticos de Atenção (PCA) ou Pontos de Atenção (PA), permitindo o monitoramento contínuo e a adoção de ações corretivas sempre que forem detectadas alterações nos parâmetros estabelecidos para a avaliação do sistema de abastecimento de água.

Perigos Físicos, são elementos sólidos ou materiais estranhos que podem comprometer a qualidade da água, causar danos aos equipamentos ou representar riscos à saúde dos consumidores. Exemplos: partículas sólidas, fragmentos de plástico, metais, pedras, etc.

Perigos Químicos, são substâncias químicas que, se presentes em níveis inadequados, podem causar intoxicações ou efeitos adversos à saúde. Podem ser naturais ou adicionados intencionalmente ou acidentalmente. Exemplos: toxinas naturais, produtos químicos industriais, aditivos alimentares, alergênicos, etc.

Perigos Biológicos, são micro-organismos ou substâncias produzidas por eles que podem causar doenças ou intoxicações. Incluem bactérias, vírus, parasitas e fungos. Exemplos: bactérias, vírus, parasitas, fungos, etc.

Pontos de Controle Críticos (PCC) é uma etapa ou processo específico no sistema de abastecimento de água onde é possível aplicar medidas de controle para prevenir, eliminar ou reduzir riscos à saúde pública a níveis aceitáveis. Esses pontos são

identificados como críticos porque, se não forem devidamente controlados, podem comprometer a qualidade da água e, consequentemente, a saúde dos consumidores.

Pontos de Controle (PC) são pontos, ao longo do sistema de abastecimento de água, onde há um ou mais perigos que podem ser monitorados, de forma sistemática e contínua, sendo possível estabelecer limites críticos, de modo a prevenir, eliminar ou reduzir o perigo a um nível tolerável.

Pontos Críticos de Atenção (PCA) são pontos, ao longo do sistema de abastecimento de água, onde há um ou mais perigos que ofereçam risco à saúde, que não são passíveis de monitoramento por meio de limites críticos, mas é possível estabelecer intervenções físicas e medidas de controle direcionadas a prevenir, reduzir ou eliminar o perigo a um nível tolerável.

Pontos de Atenção (PA) são pontos, ao longo do sistema de abastecimento de água, onde há um ou mais perigos que ofereçam risco à saúde, em que as medidas de controle não podem ser realizadas de imediato ou são de difícil implementação como, por exemplo, a ampliação de estações de tratamento de esgoto ou o controle de fontes difusas de contaminação.

A determinação dos PCCs deve ser baseada em uma análise de perigos e riscos, considerando fatores como a vulnerabilidade da fonte de captação, a eficiência dos processos de tratamento, a integridade dos reservatórios e a confiabilidade da rede de distribuição.

Desta forma, a implementação de um sistema de monitoramento contínuo nos PCCs, seguindo os princípios da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), permite a detecção precoce de desvios operacionais e a adoção de medidas corretivas em tempo hábil, assegurando a conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos por normativas sanitárias e regulatórias, garantindo a distribuição de água segura e de qualidade à população.

Assim como o APPCC é essencial para identificar e controlar perigos na produção de alimentos, garantindo a segurança do consumidor, sua aplicação em um sistema de abastecimento de água segue a mesma lógica, prevenindo contaminações ao longo do processo de tratamento e distribuição. A ISO 22000, que estabelece os requisitos para um sistema de gestão da segurança dos alimentos, complementa essa abordagem ao considerar a qualidade da água como um fator crítico na cadeia alimentar.

Dessa forma, a implementação de planos de segurança da água baseados no APPCC assegura que desde a captação até a distribuição final, sejam adotadas medidas preventivas eficazes, garantindo que a água atenda aos padrões de qualidade exigidos para consumo humano e para uso seguro na produção de alimentos.

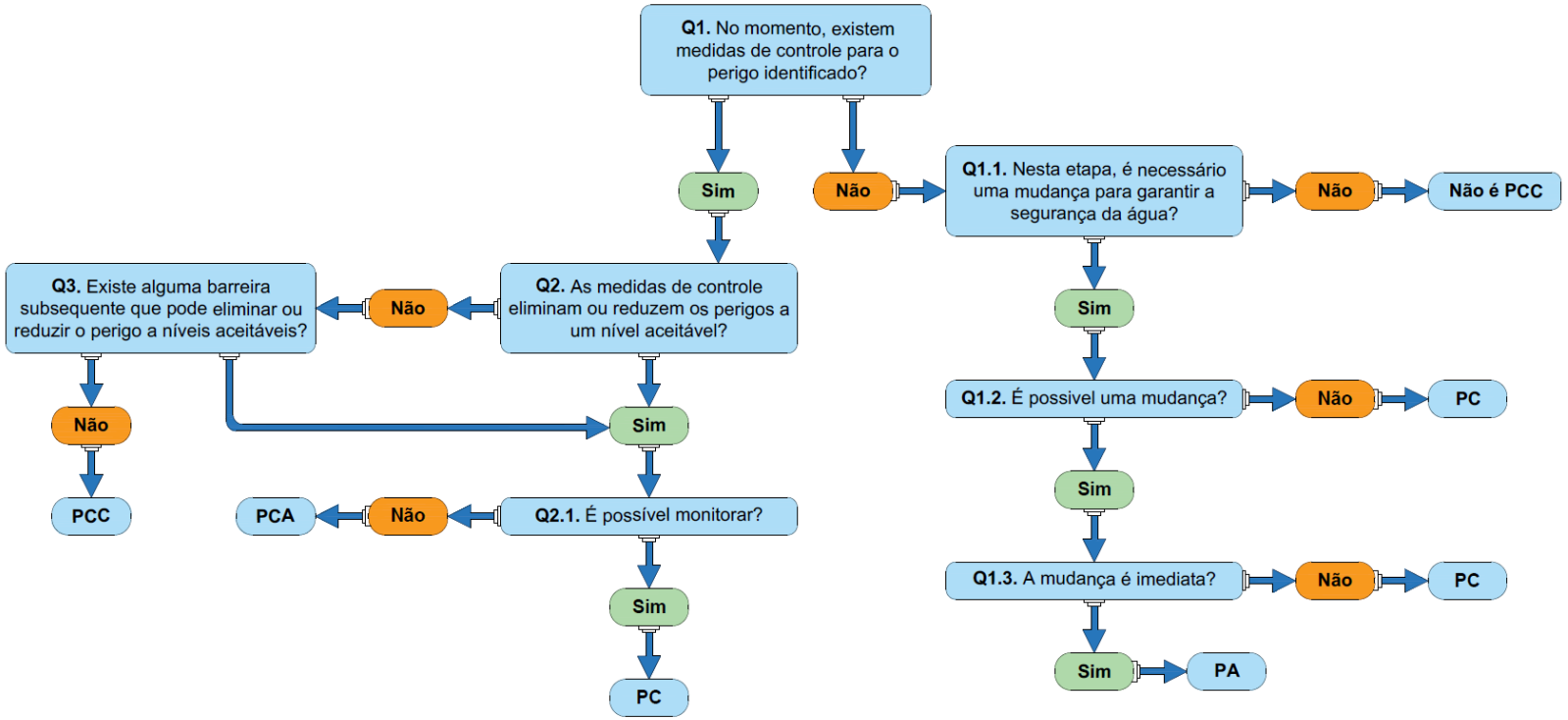
Ressalta-se que tanto a NBR 17080/2023 (Plano de Segurança da Água – Principio e Diretrizes para Elaboração e Implementação) e a ISO 22000 (Gestão de Segurança de Alimentos) seguem a lógica do [1]*Codex Alimentarius* para definir PCCs, utilizando uma árvore decisória (sequência de perguntas para validar se uma etapa é crítica). De acordo com a NBR 17080/2023, a avaliação dos Pontos de Controle Críticos (PCCs) pode ser realizada através de uma árvore de decisão, que serve como uma ferramenta para a tomada de decisões baseadas em condições e seus resultados associados.

Neste contexto, a identificação de pontos de controle críticos em um processo, a árvore de decisão ajuda a determinar quais etapas ou pontos específicos são cruciais para assegurar a segurança e a qualidade do produto final. A estrutura básica de uma árvore de decisão consiste em "setas" de decisão, que representam escolhas baseadas em determinadas condições, e "setas" de resultado, que indicam as consequências ou classificações dessas escolhas.

A apresenta a árvore de decisão utilizada para identificar os PCCs no sistema de abastecimento de água do município de Jaraguá do Sul. Durante a avaliação das condições ou eventos de cada etapa analisada, foi possível identificar e classificar se elas deveriam ser consideradas como Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos Críticos de Atenção (PCA) ou Pontos de Atenção (PA).

[1] O Codex Alimentarius é um programa conjunto da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), criado em 1963, com o objetivo de estabelecer normas internacionais na área de alimentos, incluindo padrões, diretrizes e guias sobre Boas Práticas e de Avaliação de Segurança e Eficácia. Seus principais objetivos são proteger a saúde dos consumidores e garantir práticas leais de comércio entre os países.

Figura 6-1. Árvore decisória para identificação dos PCC, PC, PA e PCA.



Fonte: Adaptado da Organização Mundial da Saúde, 1998.

Na sequência, estão dispostos os questionários e as justificativas para cada perigo e atividade de controle identificados no sistema de abastecimento, que resultaram na identificação dos pontos de controle críticos.

6.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NOS MANANCIAIS

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto aos mananciais do município de Jaraguá do Sul/SC.

Tabela 6-1. Questionário Mananciais - Presença de contaminantes emergentes no manancial.

PERIGO	**Químico e/ou Biológico - Paralisação temporária da operação ocasionada pela**
Atividade de controle	**Presença de contaminantes emergentes no manancial**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, através de análises periódicas da qualidade da água nos mananciais
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, pois o monitoramento da qualidade da água não inibe ou retem contaminantes emergentes no manancial.
Questão 3	Existe alguma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Não
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle Crítico (PCC).** Apesar das etapas subsequentes do tratamento da água, quando cientes da possível contaminação, possibilitarem a descontaminação ou ação que impossibilite a contaminação e distribuição desta água a população, por intermédio da dosagem de carvão ativado na etapa de floculação, o sistema convencional de tratamento de água adotado não apresenta eficiência total para a remoção de contaminantes emergentes no manancial.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-2. Questionário Mananciais – Aumento substancial da turbidez.

PERIGO	Químico e/ou Biológico
Atividade de controle	**Aumento substancial da turbidez**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** As medidas de controle implementadas incluem o aumento da frequência das rondas na estação, o monitoramento remoto e de bancada da alcalinidade, turbidez e pH da água bruta, bem como da turbidez da água decantada, avaliando seu comportamento ao longo do tempo. Com base nessas informações, a frequência dos testes de jarros é aumentada para determinar a dosagem ideal de coagulante. Conforme os resultados dos testes de jarros e a observação dos flocos na planta, é adicionado um auxiliar de floculação para evitar o amarelamento da Estação de Tratamento de Água (ETA).

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-3. Questionário Mananciais - Aumento ou diminuição substancial do pH e da alcalinidade

PERIGO	Químico e/ou Biológico
Atividade de controle	**Aumento ou diminuição substancial do pH e da alcalinidade**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, através do monitoramento remoto e aumento dos testes de jarros.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada uma Ponto de Controle (PC).** As medidas de controle implementadas incluem o aumento da frequência das rondas na estação, o monitoramento remoto e de bancada da alcalinidade, turbidez e pH da água bruta, bem como da turbidez da água decantada, avaliando seu comportamento ao longo do tempo. Com base nessas informações, a frequência dos testes de jarros é aumentada para determinar a dosagem ideal de coagulante. Conforme os resultados dos testes de jarros e a observação dos flocos na planta, é adicionado um auxiliar de floculação para evitar o amarelamento da Estação de Tratamento de Água (ETA).

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-4. Questionário Mananciais - Paralisações das captações decorrente de variações climáticas sazonais (estiagem ou excesso de água).

PERIGO	Físico
Atividade de controle	**Paralisações das captações decorrente de variações climáticas sazonais (estiagem ou excesso de água)**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, através do monitoramento da lâmina d'água.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, pois o monitoramento não pode eliminar ou amenizar a paralisação da captação por conta das variações climáticas.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das estações instaladas a montante da captação com sensores de nível.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Nos últimos anos, observou-se um aumento na incidência de cheias, especialmente em 2022 e 2023, o que influenciou as captações de água da Autarquia. Na ETA Central, essa influência foi mais severa devido ao tipo de captação utilizado. Para aumentar a segurança da captação, elevou-se a altura do enrocamento que protege as balsas de captação, transformando-o em um defletor capaz de afastar a correnteza dos flutuantes. Além disso, foram instalados sensores de nível no manancial em diferentes pontos para detectar o comportamento do rio após fortes chuvas, permitindo um maior intervalo para a tomada de decisões e a preparação das ETA's para eventos de cheia.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-5. Questionário Mananciais - Paralisação temporária da captação e operação decorrente de acidente na rodovia com carga perigosa.

PERIGO	Físico, Químico e/ou Biológico
Atividade de controle	**Paralisação temporária da captação e operação decorrente de acidente na rodovia com carga perigosa.**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não
Questão 3	Existe alguma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Não
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle Crítico (PCC).** Embora a Estação possua um plano de contingência e emergência, que está em atualização junto ao PSA, não existem etapas no tratamento que possam eliminar completamente os riscos e perigos relacionados a um acidente com produtos químicos que atinjam o manancial. Isso ocorre devido à alta diversidade de cargas perigosas transportadas pela rodovia, tornando impossível prever qual delas poderá causar um acidente e contaminar o rio. Para combustíveis, a Estação Central possui barreiras de hidrocarbonetos e lona submersível, que, em caso de acidentes, são instaladas e ajudam a mitigar as consequências, evitando que as balsas de captação suguem o óleo que se aloja na superfície do rio. O plano de contingência e emergência tem como objetivo organizar e facilitar a comunicação sobre a ocorrência desses acidentes, além de definir as medidas a serem seguidas para evitar maiores consequências à qualidade da água. Embora o plano não possa evitar a ocorrência de acidentes, ele permite a implementação de medidas de monitoramento do corpo hídrico e a parada da estação de tratamento quando necessário, evitando a contaminação da água tratada. Dessa forma, os riscos se limitam à falta temporária de água, em vez de comprometer a qualidade da água fornecida.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NAS CAPTAÇÕES

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto as captações existentes na ETA Central e ETA Sul do município de Jaraguá do Sul/SC.

Tabela 6-6. Questionário Captações - Paralisação temporária da operação por avaria do conjunto motobomba de transporte de água bruta (ETA Central).

PERIGO	**Físico**
Atividade de controle	**Paralisação temporária da operação por avaria do conjunto motobomba de transporte de água bruta (ETA Central).**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerara um Ponto de Controle (PC).** As principais medidas adotadas pela Autarquia para evitar paralisações devido a avarias nos conjuntos de bombeamento nas captações incluem a aquisição de equipamentos reservas, permitindo a substituição imediata em caso de falhas nos conjuntos em operação. Nas captações das ETA's e nas casas de bombas, foram instaladas câmeras de monitoramento e são realizadas rondas frequentes para verificar possíveis problemas operacionais e detectar possíveis falhas mecânicas com antecedência

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-7. Questionário Captações - Paralisação temporária decorrente de assoreamento do canal de captação (ETA Central/ETA Sul).

PERIGO	Físico
Atividade de controle	**Paralisação temporária decorrente de assoreamento do canal de captação (ETA Central/ETA Sul)**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Para a ETA Sul, embora não sejam utilizadas balsas de captação, existe um canal que direciona a água do Rio Jaraguá para a galeria (desarenador) da Estação. Para evitar o assoreamento deste local, a Autarquia frequentemente utiliza uma retroescavadeira para remover a areia, garantindo que o canal mantenha sua profundidade e não dificulte ou impeça a captação de água. Na ETA Central, os problemas de assoreamento do canal de captação são mais intensos, com maior acúmulo de material após fortes chuvas. Devido ao desenho do ambiente de captação, a remoção desses materiais acumulados é mais complexa, exigindo a aquisição de um sistema de dragagem e a contratação de uma empresa para fornecer o serviço de escavadeira hidráulica de 20 toneladas.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-8. Questionário Captações - Paralisação temporária decorrente de avaria do sistema de comunicação/Telemetria.

PERIGO	Físico
Atividade de controle	**Paralisação temporária decorrente de avaria do sistema de comunicação/Telemetria**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é um Ponto de Controle (PC).** A operação de ambas as Estações é realizada através de sistemas de telemetria, que permitem o controle remoto das captações, válvulas, comportas, lavação de filtros, bombeamento, entre outras atividades. Para evitar uma dependência total desses sistemas, foram implementados sistemas secundários em ambas as estações. Esses sistemas permitem a operação via IHM (Interface Homem-Máquina), que funciona remotamente sem a necessidade de internet ou servidor, ou de forma manual, diretamente no equipamento. Além disso, a Autarquia mantém estoques de peças de reposição e detém equipe especializada na manutenção desses equipamentos e, em casos específicos, contratações terceirizadas.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-9. Questionário Captações - Paralisação temporária por varia do sistema de acionamento, cabos, painéis ou sistema elétrico.

PERIGO	Físico
Atividade de controle	**Paralisação temporária por varia do sistema de acionamento, cabos, painéis ou sistema elétrico.**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Questão 4	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** As medidas de controle existente é a duplicidade de equipamentos, como motores, inversores e painéis. Também existem peças e equipamentos reservas para substituição em caso de defeito dos que estão sendo utilizados.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-10. Questionário Captações - Sabotagem ou vandalismo.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária da operação.
Atividade de controle	**Sabotagem ou vandalismo**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)** As medidas de controle adotadas para este caso são o monitoramento remoto, cercamento de todas as unidades e instalação de alarmes nos locais em que não há servidores durante todo o dia. Na ETA Central também é monitoramento com equipe de vigilância. Na ETA Sul no momento só existe cercamento da região da Estação, na captação é apenas com limitação de acesso através de corrente e placas.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-11. Questionário Captações - Paralisação temporária da operação por interrupção no fornecimento de energia elétrica.

PERIGO	Físico
Atividade de controle	**Paralisação temporária da operação por interrupção no fornecimento de energia elétrica**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, existe um sistema de reservação externa de água potável com autonomia para 8 horas de paralisação.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, pois a existência de um sistema reservação não impede a paralisação nas captações pela falta de energia elétrica para abastecimento.
Questão 3	Existe alguma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Sim, além da reservação externa, a distribuidora de energia elétrica disponibilizou instalações que permitem que a Estação receba energia de mais de um ponto, reduzindo a probabilidade de ficar sem energia
Questão 4	É possível monitorar?
Resposta	Não, pois a falta de energia elétrica pode ocorrer a qualquer momento sem aviso prévio.
Questão 4	**Esta etapa é considerada um Ponto Crítico de Atenção (PCA).** Ressalta-se a existência de um estudo de viabilidade para compra de geradores e instalação junto a ETA Central e ETA Sul, onde concluiu-se que decorrente da probabilidade de falta de energia prolongada ser considerada baixa, se torna inviável a aquisição neste momento dos geradores.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NAS ADUTORAS

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto as adutoras de água bruta existentes na ETA Central e ETA Sul do município de Jaraguá do Sul/SC.

Tabela 6-12. Questionário Adutoras - Acumulação de sedimentos no interior da adutora.

PERIGO	**Físico, Químico e/ou Biológico**
Atividade de controle	**Acumulação de sedimentos no interior da adutora**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, através de descargas e lavações com fluxo de água.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Na ETA Central, a medida de controle para esta etapa é a realização preventiva de descargas pelos flutuantes da captação, eliminando todos os materiais retidos em seu interior. Na ETA Sul existe uma válvula que permite a drenagem completa da adutora caso acumule muita areia.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-13. Questionário Adutoras – Ruptura da adutora.

PERIGO	**Físico - Falta de água generalizada**
Atividade de controle	**Ruptura da adutora.**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Questão 4	**Esta etapa é considerada um ponto de controle (PC).** Como medida de controle, são realizadas rondas nas ETA's com o objetivo de inspecionar as tubulações e identificar preventivamente possíveis danos. Dessa forma, é possível realizar os reparos necessários antes que ocorra um rompimento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETAS CENTRAL E SUL)

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto as adutoras de água bruta existentes na ETA Central e ETA Sul do município de Jaraguá do Sul/SC.

6.3.1 GERAL

Tabela 6-14. Questionário ETA Central/Sul - Interrupção no fornecimento de energia elétrica.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária
Atividade de controle	**Interrupção no fornecimento de energia elétrica.**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim. Investimento em reservação externa (autonomia média de 8 horas)
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não
Questão 3	Existe alguma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Sim, além da reservação externa, a distribuidora de energia elétrica disponibilizou instalações que permitem que a Estação receba energia de mais de um ponto, reduzindo a probabilidade de ficar sem energia
Questão 4	É possível monitorar?
Resposta	Não, pois a falta de energia elétrica pode ocorrer a qualquer momento sem aviso prévio.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto Crítico de Atenção (PCA).** Ressalta-se a existência de um estudo de viabilidade para compra de geradores e instalação junto a ETA Central e ETA Sul, onde concluiu-se que decorrente da probabilidade de falta de energia prolongada ser considerada baixa, se torna inviável a aquisição neste momento dos geradores.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-15. Questionário ETA Central/Sul - Falha do macromedidor de medição de vazão de entrada da água bruta.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária do tratamento
Atividade de controle	Falha do macromedidor de medição de vazão de entrada da água bruta
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Questão 4	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A principal medida de controle existente é a duplicidade de macromedidores de água bruta nas duas ETA's, um na adutora e outro na calha Parshall. Os produtos químicos dependem dosados dentro da estação dependem da informação desses macros. Na ETA Sul, a dosagem é definida manualmente pelo Técnico/Operador, através do teste de jarros e da vazão informada pelo macromedidor, não tendo influência nenhuma se um dos dois macros pararem. No caso da ETA Central, o Técnico/Operador define apenas a melhor concentração do coagulante e a dosagem é feita automaticamente pelo supervisório com base no macromedidor da calha, nessa condição, caso esse medidor apresente defeito, é possível operar manualmente, efetuando cálculos manuais de dosagem e definindo a vazão de coagulante para a dosadora. Para facilitar a determinação das dosagens pela equipe de operação, foram criadas planilhas digitais que calculam automaticamente, apenas adicionando a vazão de captação e jarro desejado.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-16. Questionário ETA Central/Sul - Problemas com pessoal.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária do tratamento
Atividade de controle	Problemas com pessoal (por exemplo, perda de operador, emergência médica).
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A estrutura de trabalho é composta por 13 Técnicos em Operação (um deles é folguista), três Supervisores (Técnicos/Operadores de cargo base) e um Coordenador. As escalas de trabalho de cada ETA são formadas por seis técnicos em cada estação, sendo dois folguistas, que cobrem os dias de folga dos demais colegas. Em casos de atestados médicos, solicitações de exoneração ou outras situações que causem defasagem nas escalas das ETAs, a substituição do servidor é realizada pelos Supervisores, pelo folguista ou por outro Técnico/Operador, utilizando o regime de banco de horas ou horas extras.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-17. Questionário ETA Central/Sul - Sabotagem/ Vandalismo.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária
Atividade de controle	Sabotagem/ Vandalismo
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** As medidas de controle são o cercamento, presença de guarita (ETA Central) e monitoramento remoto através de câmeras e alarme.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-18. Questionário ETA Central/Sul - Falha no sistema supervisório - CCO

PERIGO	Físico - Paralisação temporária
Atividade de controle	Falha no sistema supervisório - CCO
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, é possível realizar a operação manualmente via IHM ou local.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Da mesma forma que na operação das captações, todos os sistemas das duas ETA's foram feitos para operar remotamente (supervisório na ETA Central e mesa de comandos na ETA Sul) e com sistemas secundários, que permitem a operação manual em caso de falha nos sistemas de telemetria

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-19. Questionário ETA Central/Sul - Atraso na entrega de produtos químicos.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária
Atividade de controle	**Atraso na entrega de produtos químicos**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim. Duplicidade de tanques, autonomia sup. a 15 dias
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Para evitar problemas com atrasos na entrega de produtos químicos, a Autarquia dispõe de tanques duplicados e de grande capacidade, garantindo uma autonomia mínima de 15 dias. Isso permite que, em caso de problemas nas entregas ou em processos de licitação e contratos, seja possível solucionar a questão sem que falte produto químico para o tratamento de água. Para melhorar esse controle, sugere-se que o Plano de Segurança da Água inclua medidas administrativas com soluções ágeis para situações de congelamento ou quebra de contratos, agilizando o processo de aquisições emergenciais conforme a legislação vigente.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.3.2 PRÉ-SEDIMENTAÇÃO

Tabela 6-20. Questionário ETA Central/Sul – Pré-Sedimentação - Entrada Excessiva de Sólidos.

PERIGO	Físico - Sobrecarga do sistema
Atividade de controle	**Entrada excessiva de sólidos**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, ocorrem descargas periódicas
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Questão 4	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** As medidas preventivas nesse caso incluem descargas periódicas do pré-sedimentador na ETA Central e drenagem mecânica no desarenador da ETA Sul. Além disso, há um acompanhamento mais intenso das Estações, aumento das descargas de fundo de canais, floculadores e decantadores, e intensificação do teste de jarros.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-21. Questionário ETA Central/Sul – Pré-Sedimentação – Acúmulo de Lodo.

PERIGO	Biológico - Ressuspensão de sólidos e geração de odores desagradáveis
Atividade de controle	Acúmulo de Lodo
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A medida de controle neste caso é a redução do intervalo entre descargas de canais, floculadores e decantadores.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.3.3 COAGULAÇÃO

Tabela 6-22. Questionário ETA Central/Sul – Coagulação - Falha do sistema de dosagem de coagulante (PAC).

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Persistência de partículas suspensas, matéria orgânica e contaminantes na água
Atividade de controle	Falha do sistema de dosagem de coagulante (PAC)
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Questão 4	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** As medidas de controle preventivas são: existência de dosadoras reservas, rondas frequentes e verificações de dosagem in loco. Cabe enfatizar que na ETA Central, existe um sistema que permite que se uma dosadora entrar em falha, a reserva é acionada automaticamente, evitando a falta do coagulante.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-23. Questionário ETA Central/Sul – Coagulação - Falha da dosagem do coagulante.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Inadequabilidade do pH da água (Alto ou Baixo)
Atividade de controle	**Falha da dosagem do coagulante.**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A medida de controle é a existência de procedimento de realização de testes de jarros, evitando dosagens errôneas. Além disso, são realizadas verificações na calha Parshall, aferindo se a vazão que está sendo dosada está correta.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-24. Questionário ETA Central/Sul – Coagulação - Condições baixas de alcalinidade.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Turbidez e redução na formação de flocos
Atividade de controle	**Condições baixas de alcalinidade**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Questão 4	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Em caso de redução ou aumento repentino do pH ou da alcalinidade são intensificados os testes de jarros e acompanhamento dos parâmetros remotamente e em bancada, a fim de, realizar os ajustes necessários nas dosagens de produtos químicos sem que ocorram problemas com o processo de tratamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-25. Questionário ETA Central/Sul – Coagulação - Falha do sistema de medição de vazão.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária do tratamento
Atividade de controle	**Falha do sistema de medição de vazão**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Conclusão	É possível monitorar?
	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A principal medida de controle existente é a duplicidade de macromedidores de água bruta nas duas ETA's, um na adutora e outro na calha Parshall. Os produtos químicos dosados dentro da estação dependem da informação desses macros. Na ETA Sul, a dosagem é definida manualmente pelo Técnico/Operador, através do teste de jarros e da vazão informada pelo macromedidor, não tendo influência nenhuma se um dos dois macros pararem. No caso da ETA Central, o Técnico/Operador define apenas a melhor concentração do coagulante e a dosagem é feita automaticamente pelo supervisório com base no macromedidor da calha, nessa condição, caso esse medidor apresente defeito, é possível operar manualmente, efetuando cálculos manuais de dosagem e definindo a vazão de coagulante para a dosadora. Para facilitar a determinação das dosagens pela equipe de operação, foram criadas planilhas digitais que calculam automaticamente, apenas adicionando a vazão de captação e jarro desejado.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.3.4 FLOCULAÇÃO

Tabela 6-26. Questionário ETA Central/Sul – Floculação - Falha do sistema de dosagem do polímero (ETA Central).

PERIGO	Físico - Persistência de partículas suspensas, matéria orgânica e contaminantes na água
Atividade de controle	**Falha do sistema de dosagem do polímero (ETA Central)**
Questão 1	Existem medidas de controle preventivas na etapa analisada?
Resposta	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Questão 2	Sim, existem floculadores sobressalentes.
Resposta	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Questão 3	Sim
Resposta	É possível monitorar?
Questão 4	Sim, através do acompanhamento visual e sistemático da etapa.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Na ETA Central existem floculadores sobressalentes, quando um deles vir a falhar ou precisar de manutenção o processo tem continuidade com os demais floculadores.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-27. Questionário ETA Central/Sul – Floculação - Falha no sistema de dosagem de carvão ativado (ETA Central).

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Presença de contaminantes na água
Atividade de controle	**Falha no sistema de dosagem de carvão ativado (ETA Central)**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Estão disponíveis na ETA Central Dosador e tanques de preparo de carvão reservas que podem ser utilizados em caso de falha no sistema de dosagem principal.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.3.5 DECANTAÇÃO

Tabela 6-28. Questionário ETA Central/Sul – Decantação - Vazões acima do projetado para o decantador.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Arraste de sólidos para as etapas seguintes
Atividade de controle	**Vazões acima do projetado para o decantador**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Estão disponíveis na ETA Central decantadores sobressalentes, podendo assim atender situações de altas vazões, é possível também aumentar a frequência de lavação de filtros, bem como pode-se realizar manobra de rede para evitar a sobrecarga do decantador.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.3.6 FILTRAÇÃO

Tabela 6-29. Questionário ETA Central/Sul – Filtração - Aumento da turbidez da água filtrada.

PERIGO	Biológico - Contaminação microbiológica e formação de subprodutos de desinfecção
Atividade de controle	Aumento da turbidez da água filtrada
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Questão 4	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Caso ocorra um aumento da turbidez da água filtrada, será possível adotar medidas de controle relacionadas no aumento da frequência de lavação dos filtros.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.3.7 TANQUE DE CONTATO

Tabela 6-30. Questionário ETA Central/Sul – Tanque de Contato - Falha no sistema de dosagem de Ortopolifosfato de Sódio.

PERIGO	Físico - Corrosão no sistema de distribuição
Atividade de controle	Falha no sistema de dosagem de Ortopolifosfato de Sódio (ETA Central)
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Questão 4	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Em caso de falha do sistema de dosagem do Ortopolifosfato de Sódio está disponível dosador reserva para acionamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-31. Questionário ETA Central/Sul – Tanque de Contato - Falha na dosagem de Ortopolifosfato de Sódio.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Danos à saúde da população abastecida
Atividade de controle	**Falha na dosagem de Ortopolifosfato de Sódio (ETA Central)**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, existem dosadores reservas para substituição em caso de falha na dosagem
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, pois a redundância no sistema não pode conter o perigo.
Questão 3	Existe uma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Considerando-se que após o tanque de contato a água tratada segue para distribuição, é possível que ocorra a distribuição momentânea da água sem a dosagem correta de Ortopolifosfato de Sódio, ocasionando em problemas estruturais apenas e não vinculados a saúde da população.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-32. Questionário ETA Central/Sul – Tanque de Contato - Falha no sistema de dosagem de Flúor.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Dano à saúde bucal da população
Atividade de controle	**Falha no sistema de dosagem de Flúor**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Em caso de falha do sistema de dosagem do Flúor está disponível dosador reserva para acionamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-33. Questionário ETA Central/Sul – Tanque de Contato - Falha na dosagem de Flúor.

PERIGO	Químico - Intoxicação da população (superdosagem)
Atividade de controle	Falha na dosagem de Flúor
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Em caso de falha na dosagem de Flúor, a mesma é verificável no tratamento com a frequência de análises 2h/2h, além da presença de um analisador automático

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-34. Questionário ETA Central/Sul – Tanque de Contato - Falha no sistema de dosagem de cloro.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Contaminação da água tratada
Atividade de controle	Falha no sistema de dosagem de cloro
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Em caso de falha no sistema de dosagem de cloro há disponibilidade de dosador reserva bem como é possível realizar a dosagem através do hipoclorito de sódio comercial.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-35. Questionário ETA Central/Sul – Tanque de Contato - Falha na dosagem de cloro para desinfecção final.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Danos à saúde da população abastecida
Atividade de controle	**Falha na dosagem de cloro para desinfecção final**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, através da redundância do sistema de dosagem de cloro.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, pois a redundância dos dosadores, não podem inibir uma eventual contaminação da água.
Questão 3	Existe uma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Sim
	É possível monitorar?
	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)** O parâmetro do cloro no tanque de contato é analisado a cada duas horas e caso ocorra uma falha na dosagem, será possível uma ação rápida e corrigi-lo. Em casos mais específicos, poderá ocorrer também a descarga controlada da água tratada.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-36. Questionário ETA Central/Sul – Tanque de Contato - Formação de subprodutos.

PERIGO	Biológico - Danos à saúde da população abastecida
Atividade de controle	**Formação de subprodutos**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, é realizado o monitoramento bimestral de subprodutos da desinfecção na rede de distribuição
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, a etapa apenas monitora a eventual concentração
Questão 3	Existe alguma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Sim, o monitoramento realizado nas redes de distribuição não impede a formação de subprodutos no tanque de contato, no entanto, é suficiente para determinar sua ocorrência, e se detectada proceder tratativas. Entende-se que atendendo o monitoramento das redes de distribuição é suficiente para verificar a formação de subprodutos no tanque de contato.
Questão 4	É possível monitorar?
Resposta	Sim, considera-se aqui o monitoramento de formação de subprodutos na rede de distribuição
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.4 TRATAMENTO DE LODO – ETA CENTRAL

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto ao Tratamento de Lodo existente na ETA Central do município de Jaraguá do Sul/SC.

Tabela 6-37. Questionário Tratamento de Lodo ETA Central – Contaminação do lodo provenientes de acidentes químicos e ambientais.

PERIGO	**Químico – Descarte de material contaminado**
Atividade de controle	**Contaminação do lodo, provenientes de acidentes químicos e ambientais**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** O descarte do lodo desaguado na ETA segue um padrão adequado in loco, onde todas as caçambas que recebem o lodo são encaminhadas diretamente ao aterro sanitário, classificados especificamente como resíduo 190902. O transporte do lodo acompanha Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR, como exigência do órgão fiscalizador. Duas vezes ao ano é emitida pelo SAMAE o DMR ou Declaração de Movimentação dos Resíduos que detalha o quantitativo de cada resíduo gerado e destinado pelo SAMAE.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.5 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NA MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS NAS ETAS CENTRAL E SUL

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto a manipulação, armazenamento e dosagem de produtos químicos nas ETAS Central e Sul do município de Jaraguá do Sul/SC.

6.5.1 CLORO GÁS (ETA CENTRAL)

Tabela 6-38. Questionário Produtos Químicos - Cloro Gás (ETA Central) – Vazamento.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	**Vazamento**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Em caso de vazamentos, existe a presença de sistema de alarme sonoro com sirene e acionamento automático de lavador de gases. Além disso, há um sistema que comunica a ocorrência de vazamento diretamente ao supervisório, local onde ficam os técnicos de operação.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-39. Questionário Produtos Químicos - Cloro Gás (ETA Central) - Contato acidental.

PERIGO	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos
Atividade de controle	Contato acidental por vazamento
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Como medida de segurança, é fornecido a todos técnicos envolvidos, os EPIs necessários para manuseio correto dos químicos. As FDS dos produtos também estão à disposição para consulta bem como chuveiros de emergência e lava olhos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-40. Questionário Produtos Químicos - Cloro Gás (ETA Central) - Superdosagem.

PERIGO	Químico – Intoxicação da população abastecida
Atividade de controle	Superdosagem
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A dosagem de cloro segue o valor permitido pela legislação, estando ainda muito inferior ao limite máximo aceitável, dessa forma, diminuindo as chances de superdosagem.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-41. Questionário Produtos Químicos – Cloro Gás (ETA Central) – Deterioração das instalações de armazenamento.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	Deterioração das instalações de armazenamento
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** São realizadas rondas e manutenções preventivas frequentemente nas instalações e sistemas de dosagem, cuja finalidade é a verificação precoce de danos causados pelo uso do produto químico.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.5.2 ÁCIDO FLUOSSILÍCICO

Tabela 6-42. Questionário Produtos Químicos – Ácido Fluossilícico – Vazamento.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	Vazamento
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** No local existe sistema de contenção para controlar vazamentos e minimizar os riscos de contaminação e garantir uma resposta rápida caso ocorra um vazamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-43. Questionário Produtos Químicos – Ácido Fluossilícico – Contato acidental.

PERIGO	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos
Atividade de controle	Contato acidental
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Como medida de segurança, é fornecido a todos técnicos envolvidos, os EPIs necessários para manuseio correto dos químicos. As FDS dos produtos também estão à disposição para consulta bem como chuveiros de emergência e lava olhos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-44. Questionário Produtos Químicos – Ácido Fluossilícico – Liberação de gases tóxicos.

PERIGO	Físico, químico e biológico
Atividade de controle	**Liberação de gases tóxicos**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Uma das medidas de controle adotada é o uso de EPI pelos técnicos de operação, além de verificação em exames periódicos dos colaboradores envolvidos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-45. Questionário Produtos Químicos – Ácido Fluossilícico – Deterioração das instalações de armazenamento e dosagem.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	**Deterioração das instalações de armazenamento e dosagem**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** São realizadas rondas e manutenções preventivas frequentemente nas instalações e sistemas de dosagem, cuja finalidade é a verificação precoce de danos causados pelo uso do produto químico.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.5.3 HIDRÓXIDO DE CÁLCIO (ETA CENTRAL)

Tabela 6-46. Questionário Produtos Químicos – Hidróxido de Cálcio (ETA Central) – Vazamento.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	Vazamento
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** No local existe sistema de contenção para controlar vazamentos e minimizar os riscos de contaminação e garantir uma resposta rápida caso ocorra um vazamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-47. Questionário Produtos Químicos – Hidróxido de Cálcio (ETA Central) – Contato acidental.

PERIGO	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos
Atividade de controle	**Contato acidental**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Como medida de segurança, é fornecido a todos técnicos envolvidos, os EPIs necessários para manuseio correto dos químicos. As FDS dos produtos também estão à disposição para consulta bem como chuveiros de emergência e lava olhos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-48. Questionário Produtos Químicos – Hidróxido de Cálcio (ETA Central) – Deterioração das instalações de armazenamento e dosagem.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	**Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** São realizadas rondas e manutenções preventivas frequentemente nas instalações e sistemas de dosagem, cuja finalidade é a verificação precoce de danos causados pelo uso do produto químico.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.5.3.1 CARVÃO ATIVADO (ETA CENTRAL)

Tabela 6-49. Questionário Produtos Químicos – Carvão ativado (ETA Central) – Incêndios.

PERIGO	Físico – Acidente de trabalho, danos, equipamentos e pessoal
Atividade de controle	**Incêndios**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Uma medida de contenção adotada para diminuir o risco de incêndio é a compra de carvão em pó umectado.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-50. Questionário Produtos Químicos – Carvão ativado (ETA Central) – Contato acidental.

PERIGO	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos
Atividade de controle	Contato acidental
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Como medida de segurança, é fornecido a todos técnicos envolvidos, os EPIs necessários para manuseio correto dos químicos. As FDS dos produtos também estão à disposição para consulta bem como chuveiros de emergência e lava olhos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.5.3.2 POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC 12%)

Tabela 6-51. Questionário Produtos Químicos – Policloreto de Alumínio – Vazamento.

PERIGO	Físico - Paralisação na dosagem
Atividade de controle	**Vazamento**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** No local existe sistema de contenção para controlar vazamentos e minimizar os riscos de contaminação e garantir uma resposta rápida caso ocorra um vazamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-52. Questionário Produtos Químicos – Policloreto de Alumínio – Contato acidental.

PERIGO	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos
Atividade de controle	Contato acidental
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Como medida de segurança, é fornecido a todos técnicos envolvidos, os EPIs necessários para manuseio correto dos químicos. As FDS dos produtos também estão à disposição para consulta bem como chuveiros de emergência e lava olhos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-53. Questionário Produtos Químicos – Policloreto de Alumínio – Formação de precipitados.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	Formação de precipitados
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Para evitar a formação de gel e precitados que afetariam a eficiência do produto e paralisação na dosagem, é realizado frequentemente a limpeza dos tanques de armazenamento a cada entrega.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-54. Questionário Produtos Químicos – Policloreto de Alumínio – Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	**Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** São realizadas rondas e manutenções preventivas frequentemente nas instalações e sistemas de dosagem, cuja finalidade é a verificação precoce de danos causados pelo uso do produto químico.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.5.4 HIPOCLORITO DE SÓDIO COMERCIAL

Tabela 6-55. Questionário Produtos Químicos – Hipoclorito de Sódio Comercial – Vazamento.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	**Vazamento**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** No local existe sistema de contenção para controlar vazamentos e minimizar os riscos de contaminação e garantir uma resposta rápida caso ocorra um vazamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-56. Questionário Produtos Químicos – Hipoclorito de Sódio Comercial – Contato acidental.

PERIGO	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos
Atividade de controle	**Contato acidental**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Como medida de segurança, é fornecido a todos técnicos envolvidos, os EPIs necessários para manuseio correto dos químicos. As FDS dos produtos também estão à disposição para consulta bem como chuveiros de emergência e lava olhos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-57. Questionário Produtos Químicos – Hipoclorito de Sódio Comercial – Formação de gases tóxicos.

PERIGO	Físico e/ou Químico
Atividade de controle	**Formação de gases tóxicos**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Neste caso, a formação de gases acontecerá se houver contato com outros produtos químicos. Para evitar esse risco, todas as contenções são separadas e são realizadas verificações constantes para encontrar possíveis vazamentos em locais onde dois produtos possam se encontrar.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-58. Questionário Produtos Químicos – Hipoclorito de Sódio Comercial – Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	**Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** São realizadas rondas e manutenções preventivas frequentemente nas instalações e sistemas de dosagem, cuja finalidade é a verificação precoce de danos causados pelo uso do produto químico.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.5.5 HIPOCLORETO DE SÓDIO GERADO IN LOCO (ETA SUL)

Tabela 6-59. Questionário Produtos Químicos – Hipoclorito de Sódio Gerado In Loco (ETA Sul) – Vazamento.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	**Vazamento**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** No local existe sistema de contenção para controlar vazamentos e minimizar os riscos de contaminação e garantir uma resposta rápida caso ocorra um vazamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-60. Questionário Produtos Químicos – Hipoclorito de Sódio Gerado In Loco (ETA Sul) – Contato acidental.

PERIGO	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos
Atividade de controle	**Contato acidental**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Como medida de segurança, é fornecido a todos técnicos envolvidos, os EPIs necessários para manuseio correto dos químicos. As FDS dos produtos também estão à disposição para consulta bem como chuveiros de emergência e lava olhos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-61. Questionário Produtos Químicos – Hipoclorito de Sódio Gerado In Loco (ETA Sul) - Formação de gases tóxicos.

PERIGO	Físico e/ou Químico
Atividade de controle	**Formação de gases tóxicos**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Neste caso, a formação de gases acontecerá se houver contato com outros produtos químicos. Para evitar esse risco, todas as contenções são separadas e são realizadas verificações constantes para encontrar possíveis vazamentos em locais onde dois produtos possam se encontrar.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-62. Questionário Produtos Químicos – Hipoclorito de Sódio Gerado In Loco (ETA Sul) – Corrosão de equipamentos.

PERIGO	Físico e/ou Químico
Atividade de controle	**Corrosão de equipamentos**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** São realizadas rondas e manutenções preventivas frequentemente nas instalações e sistemas de dosagem, cuja finalidade é a verificação precoce de danos causados pelo uso do produto químico.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-63. Questionário Produtos Químicos – Hipoclorito de Sódio Gerado In Loco (ETA Sul) – Risco de explosão

PERIGO	Físico, Químico e/ou Biológico
Atividade de controle	**Risco de explosão**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** São realizadas rondas e manutenções preventivas frequentemente nas instalações e sistemas de dosagem, cuja finalidade é a verificação precoce de danos no sistema que possam provocar explosão.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.5.6 ORTOPOLIFOSFATO DE SÓDIO – ETA CENTRAL

Tabela 6-64. Questionário Produtos Químicos – Ortopolifosfato de Sódio – Vazamento.

PERIGO	Físico – Paralisação na dosagem
Atividade de controle	**Vazamento**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** No local existe sistema de contenção para controlar vazamentos e minimizar os riscos de contaminação e garantir uma resposta rápida caso ocorra um vazamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-65. Questionário Produtos Químicos – Ortopolifosfato de Sódio – Contato acidental.

PERIGO	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos
Atividade de controle	**Contato acidental**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Como medida de segurança, é fornecido a todos técnicos envolvidos, os EPIs necessários para manuseio correto dos químicos. As FDS dos produtos também estão à disposição para consulta bem como chuveiros de emergência e lava olhos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.6 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto a rede de distribuição do município de Jaraguá do Sul/SC.

Tabela 6-66. Questionário Rede de Distribuição — Uso de materiais e revestimentos inadequados.

PERIGO	Físico, químico e/ou biológico - Ruptura da tubulação e contaminações
Atividade de controle	Uso de materiais e revestimentos inadequados
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A principal medida de controle adotada é a verificação minuciosa dos materiais durante os processos de compra, bem como adotados critérios de avaliação de fornecedores.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-67. Questionário Rede de Distribuição — Desinfecção ineficiente após reparo de rede.

PERIGO	Químico e/ou Biológico
Atividade de controle	Desinfecção ineficiente após reparo de rede
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A principal medida de controle adotada consiste em descargas de rede, sendo este um procedimento padrão após a manutenção da rede para evitar acúmulo de contaminantes/ materiais ao logo da mesma.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-68. Questionário Rede de Distribuição — Infiltrações.

PERIGO	Físico e/ou Biológico - Paralisação temporária
Atividade de controle	**Infiltrações**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A principal medida de controle adotada é a pesquisa de vazamentos para identificação de vazamentos / infiltrações menores nas redes de distribuição buscando evitar ocorrência de contaminações e perdas de água.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-69. Questionário Rede de Distribuição – Rompimento de rede.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária
Atividade de controle	**Rompimento de rede**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A medida de controle aqui adotada consiste no monitoramento das vazões nas redes de distribuição e adutoras, identificando os vazamentos mais rapidamente para realizar os reparos necessários. A aquisição de bons materiais e execução de serviços com qualidade evitam rompimentos frequentes.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-70. Questionário Rede de Distribuição —Mau funcionamento ou quebra de válvulas ou boosters.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária
Atividade de controle	**Mau funcionamento ou quebra de válvulas ou boosters.**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A medida de controle adotada consiste na aquisição de peças e equipamentos reservas para garantir a continuidade das operações.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-71. Questionário Rede de Distribuição — Residual de cloro inadequado.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Intoxicação da população abastecida
Atividade de controle	**Residual de cloro inadequado**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, é realizado o monitoramento do residual de cloro na rede de distribuição
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, a etapa apenas monitora a concentração residual
Questão 3	Existe alguma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Sim
Questão 4	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Caso haja algum problema na dosagem de cloro na saída da ETA o residual pode ser afetado, porém poderá ser corrigido no decorrer da distribuição, através do residual existente nas tubulações de distribuição bem como nos reservatórios.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-72. Questionário Rede de Distribuição — Residual de flúor inadequado.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Danos à saúde da população abastecida
Atividade de controle	**Residual de Flúor inadequado**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, é realizado o monitoramento do residual de flúor na saída da ETA
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, a etapa apenas monitora a concentração residual
Questão 3	Existe alguma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Não, o monitoramento apenas determina a concentração, não há como adicionar ou retirar flúor da água já na rede de distribuição.
Questão 4	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Caso haja algum problema, o residual de flúor poderá ser corrigido no decorrer da distribuição, através do residual existente nas tubulações de distribuição bem como nos reservatórios.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-73. Questionário Rede de Distribuição – Formação de subprodutos da desinfecção.

PERIGO	Químico e/ou Biológico - Danos à saúde da população abastecida
Atividade de controle	**Formação de subprodutos da desinfecção**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, é realizado o monitoramento bimestral de subprodutos da desinfecção na rede de distribuição
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, a etapa apenas monitora a eventual concentração
Questão 3	Existe alguma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Não, o monitoramento apenas determina a eventual concentração.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle Crítico (PCC)** Caso exista matéria orgânica na fase de cloração pode haver formação de subprodutos da desinfecção

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.7 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NA RESERVAÇÃO

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto ao sistema de reservação do município de Jaraguá do Sul/SC.

Tabela 6-74. Questionário Reservação – Dano ou destruição do reservatório devido a um desastre natural.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária
Atividade de controle	**Dano ou destruição do reservatório devido a um desastre natural**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A principal medida aqui adotada consiste na possibilidade de realizar manobras entre reservatórios para garantir abastecimento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-75. Questionário Reservação – Inexistência de controle de acesso de pessoas – Ações de vandalismo ou sabotagem.

PERIGO	Físico, Químico e/ou Biológico - Paralisação temporária
Atividade de controle	**Inexistência de controle de acesso de pessoas – Ações de vandalismo ou sabotagem.**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A principal medida adotada para lidar com vandalismo/sabotagem em reservatórios consiste no cercamento, sistema de alarme e câmeras de monitoramento dos espaços de reservatórios.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-76. Questionário Reservação – Vazamento causado por rachadura nas paredes e fundo do reservatório.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária
Atividade de controle	**Vazamento causado por rachadura nas paredes e fundo do reservatório**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A medida de controle aqui adotada consiste em uma rotina de inspeção nas estruturas dos reservatórios e quando necessário é realizada a contratação de serviço de manutenção, como impermeabilização.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-77. Questionário Reservação – Operações de limpeza e manutenção ineficientes

PERIGO	Físico, Químico e/ou Biológico - Paralisação temporária na distribuição da água.
Atividade de controle	Operações de limpeza e manutenção ineficientes.
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Ocorre a realização de verificações periódicas, garantindo a eficácia das limpezas e de manutenções realizadas

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-78. Questionário Reservação – Medição incorreta do nível de água ou mal funcionamento do sistema de processamento de dados.

PERIGO	Físico - Paralisação temporária
Atividade de controle	**Medição incorreta do nível de água ou mal funcionamento do sistema de processamento de dados**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A medida de controle adotada nesse caso para garantir a medição correta do nível de água na reservação consiste em mangueira de nível instalada nos reservatórios, que no qual pode ser utilizada quando não for possível a visualização via telemetria.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-79. Questionário Reservação – Introdução de contaminantes por materiais impróprios ou problemas operacionais.

PERIGO	Físico, Químico e/ou Biológico – Paralisação temporária
Atividade de controle	**Introdução de contaminantes por materiais impróprios ou problemas operacionais**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Como medida de controle para evitar a entrada de água e outros materiais externos os reservatórios são feitos de material que evite infiltração ou vazamentos, como por exemplo aço vitrificado.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-80. Questionário Reservação – Ausência de monitoramento da qualidade da água na saída do reservatório.

PERIGO	Físico, Químico e/ou Biológico
Atividade de controle	**Contaminação pela falta de monitoramento da qualidade da água na saída do reservatório**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, é realizado periodicamente o monitoramento da qualidade da água na saída do reservatório
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** É realizado o monitoramento frequente nas saídas dos reservatórios, ressalta-se também, que dentre os pontos de coleta da água para monitoramento no sistema de distribuição, alguns estão em locais próximos a saída dos reservatórios.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-81. Questionário Reservação – Excessivo acúmulo de sedimentos no piso do reservatório.

PERIGO	Físico e/ou Químico
Atividade de controle	**Excessivo acúmulo de sedimentos no piso do reservatório**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** São realizadas limpezas frequentes e verificações in loco dos reservatórios.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-82. Questionário Reservação – Excessivo acúmulo de sedimentos no piso do reservatório.

PERIGO	Físico e/ou Químico
Atividade de controle	**Excessivo acúmulo de biofilme nas paredes dos reservatórios.**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** São realizadas limpezas frequentes e verificações in loco dos reservatórios.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.8 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NOS LABORATÓRIOS DE ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto aos laboratórios internos do SAMAE de Jaraguá do Sul/SC.

Tabela 6-83. Questionário Laboratórios - Falha nos procedimentos para a coleta de água nas torneiras.

PERIGO	Biológico
Atividade de controle	**Falha nos procedimentos para a coleta de água no sistema de distribuição**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, existe procedimento e treinamento do pessoal responsável pela amostragem
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, a adoção de metodologia de amostragem visa minimizar os riscos
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-84. Questionário Laboratórios - Falha nos procedimentos para coleta de água superficial.

PERIGO	Biológico
Atividade de controle	**Falha nos procedimentos para coleta de água superficial**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, existe procedimento e treinamento do pessoal responsável pela amostragem.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, a adoção de metodologia de amostragem visa minimizar os riscos.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-85. Questionário Laboratórios - Qualidade ruim dos materiais para coleta bacteriológica.

PERIGO	Biológico
Atividade de controle	**Qualidade ruim dos materiais para coleta bacteriológica**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, é solicitado ao fornecedor o certificado de qualidade e esterilização. Também são realizados ensaios para garantia da esterilidade dos materiais.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, a etapa visa aprovar ou não o material ao uso.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-86. Questionário Laboratórios - Falha nos procedimentos de limpeza dos frascos.

PERIGO	Químico e/ou Biológico
Atividade de controle	**Falha nos procedimentos de limpeza dos frascos**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, os frascos e vidrarias são limpos e esterilizados com água de osmose. Depois de secos uma amostra desses frascos é adicionado água de osmose e realizados testes de cor e turbidez para garantir que não haja residual de produtos ou sujidades no interior.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, a etapa de testagem do processo de limpeza é projetada para eliminar o perigo.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-87. Questionário Laboratórios - Falha nos procedimentos de esterilização.

PERIGO	Biológico
Atividade de controle	**Falha nos procedimentos de esterilização**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, há treinamento dos servidores para realização dos ensaios, também está disponível os procedimentos de ensaio para consulta.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, com o treinamento e a disponibilização dos procedimentos visa-se minimizar os riscos associados a este problema.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-88. Questionário Laboratórios - Falhas nos procedimentos de limpeza.

PERIGO	Biológico
Atividade de controle	**Falhas nos procedimentos de limpeza**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, há treinamento dos servidores para realização das limpezas, também está disponível os procedimentos de limpeza para consulta
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, com o treinamento e a disponibilização dos procedimentos visa-se minimizar os riscos associados a este problema.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-89. Questionário Laboratórios - Falha nos procedimentos internos para realização das análises.

PERIGO	Biológico
Atividade de controle	**Falha nos procedimentos internos para realização das análises**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, há treinamento dos servidores para realização dos ensaios, também está disponível os procedimentos de ensaio para consulta.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, com o treinamento e a disponibilização dos procedimentos visa-se minimizar os riscos associados a este problema.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-90. Questionário Laboratórios - Resultados de análise de coliformes falso-negativo.

PERIGO	Biológico
Atividade de controle	**Resultados de análise de coliformes falso-negativo**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, rotineiramente são realizadas incubações de amostras fortificadas e amostras branco para comprovação do funcionamento do substrato enzimático e das condições ideais da incubadora para o crescimento microbiológico
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, ao incubar cepas de microrganismos conhecidos e ao término do período de incubação observarmos os resultados esperados temos a certeza que o substrato enzimático e as condições de incubação estão satisfatórias, eliminando o perigo apontado
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-91. Questionário Laboratórios - Falha nos procedimentos internos para realização das análises.

PERIGO	Físico e/ou Químico
Atividade de controle	**Falha nos procedimentos internos para realização das análises**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, há treinamento dos servidores para realização dos ensaios, também está disponível os procedimentos de ensaio para consulta.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, com o treinamento e a disponibilização dos procedimentos visa-se minimizar os riscos associados a este problema.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-92. Questionário Laboratórios - Equipamentos com defeitos.

PERIGO	Físico – Paralisação temporária
Atividade de controle	**Equipamentos com defeitos**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, equipamentos analíticos passam por checagem periódica, manutenção preventiva e calibração anualmente para o bom funcionamento.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, os processos de verificação, manutenção preventiva e calibração objetivam minimizar o mal funcionamento de equipamentos, caso esses ocorram temos o back-up dos equipamentos mais importantes para colocar em funcionamento o quanto antes.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC)**

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-93. Questionário Laboratórios - Falta de mão de obra especializada.

PERIGO	Físico – Paralisação temporária
Atividade de controle	**Falta de mão de obra especializada**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** As vagas da equipe técnica são preenchidas através de concurso público, existindo uma lista de espera para ser utilizada em caso de necessidade para contratação emergencial.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.9 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE NO SISTEMA ELÉTRICO

Na sequência, são apresentadas as tabelas com questionários e respostas para identificação dos Pontos de Controle Críticos (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos de Controle de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA), junto aos sistemas elétricos existentes na ETA Central e ETA Sul do SAMAE de Jaraguá do Sul/SC.

6.9.1 SISTEMAS DE RECALQUE R1, R2, R3, R4, R5 E R6

Tabela 6-94. Questionário Sistemas Elétricos - Falha elétricas e interrupção no abastecimento.

PERIGO	**Físico - Paralisação total do bombeamento hidráulico**
Atividade de controle	**Falha elétricas e interrupção no abastecimento**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Resposta	Não, pois não existe outra matriz energética instalada.
Questão 1	Nesta etapa, é necessária uma mudança para garantir a segurança da água?
Reposta	Sim, pois na ausência da fonte de energia atual (concessionária) haverá paralisação total do sistema
Questão 2	É possível uma mudança?
Resposta	Sim, viabilizando a instalação de uma segunda matriz energética.
Questão 3	A mudança é imediata?
Resposta	Não, pois exigirá estudos para viabilizar a instalação.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Atenção (PA).** Diante da inviabilidade de outras fontes alternativas, a operação do sistema de bombeamento permanece exclusivamente dependente da energia elétrica, sem a viabilidade de substituição por matriz energética.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-95. Questionário Sistemas Elétricos - Falha de redundância operacional.

PERIGO	Físico - Interrupção parcial do sistema de bombeamento
Atividade de controle	**Falha de redundância operacional**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, pois o sistema possui flexibilidade operacional com bombas reservas.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, pois existem equipamentos reservas intercambiáveis no estoque, embora alguns equipamentos instalados ainda operaram em paralelo.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Apesar do risco de paralisação, o sistema conta com motores e bombas reservas, garantindo a continuidade operacional. Embora não estejam instalados no local devido às limitações físicas da estrutura, esses equipamentos estão disponíveis para substituição quando necessário ainda em algumas situações pode-se realizar manobras para flexibilizar as ocorrências, assegurando a redundância e a segurança do processo.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-96. Questionário Sistemas Elétricos - Falhas no sistema de controle e automação.

PERIGO	Físico - Perda de controle remoto, comprometendo a operação, monitoramento e respostas a falhas
Atividade de controle	**Falhas no sistema de controle e automação**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, possui equipamento em estoque.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, pois existe uma padronização dos equipamentos bem como da programação.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Embora exista o risco de paralisação, o sistema de automação conta com CLPs reservas intercambiáveis disponíveis para substituição sempre que necessário, garantindo a continuidade operacional. Dessa forma, mesmo diante de possíveis falhas, há equipamentos de backup no estoque prontos para minimizar interrupções e assegurar o funcionamento do processo.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-97. Questionário Sistemas Elétricos - Cavitação e problemas hidráulicos.

PERIGO	Físico - Sobrecarga do motor, causando falha elétrica
Atividade de controle	Cavitação e problemas hidráulicos
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, no local existe um sistema de escorva.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, porém em caso de falha poderá ocorrer a paralisação parcial do bombeamento.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** O sistema de bombeamento opera com escorva e sucção negativa, um processo que, embora essencial, apresenta riscos reduzidos de falha. No entanto, para mitigar esses riscos, há um sistema de escorva disponível, minimizando a possibilidade de cavitação e protegendo a integridade dos equipamentos. Dessa forma, a operação mantém sua eficiência, reduzindo impactos negativos ao sistema como um todo.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-98. Questionário Sistemas Elétricos - Aterramento SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas).

PERIGO	Físico - Falha no aterramento que podem gerar surtos e falhas elétricas graves
Atividade de controle	Aterramento SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, pois existe um sistema de aterramento instalado no local.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, porém a necessidade da realização de inspeções anuais e ensaios periódicos.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A unidade de recalque da ETA Central e ETA Sul, composta por motores elétricos e sistemas de automação, demanda um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) eficiente que garantir a segurança operacional e a integridade dos equipamentos. Para assegurar sua eficácia, é fundamental a realização de inspeções anuais e ensaios periódicos, conforme estabelecido pela NBR 5419, que normatiza a proteção contra descargas atmosféricas, prevenindo danos ao sistema e reduzindo riscos operacionais

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-99. Questionário Sistemas Elétricos - Refrigeração da sala dos painéis elétricos.

PERIGO	Físico - Paralisação parcial por sobreaquecimento
Atividade de controle	Refrigeração da sala dos painéis elétricos
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, existem sistemas de refrigeração nas unidades.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, porém o sistema apresenta falhas e ineficiência para refrigeração dos ambientes.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Uma unidade de recalque de bombeamento que possui painéis elétricos gera calor continuamente, exigindo um sistema de refrigeração adequado para garantir seu desempenho e evitar falhas. Embora já exista um sistema de refrigeração em funcionamento, é essencial revisar os cálculos térmicos e implantar uma solução mais robusta, de caráter industrial, garantindo maior eficiência na dissipação do calor e aumentando a confiabilidade e a vida útil dos equipamentos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-100. Questionário Sistemas Elétricos - Projetos elétricos desatualizados.

PERIGO	Físico - Riscos de acidente e tempo de manutenção
Atividade de controle	Projetos elétricos desatualizados
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, o SAMAE mantém junto a Coordenadoria de Eletromecânica os projetos elétricos atualizados.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, pois fica evidente a necessidade de atualização contínua dos projetos para segurança operacional
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Ressalta-se que a ausência de projetos elétricos atualizados dos painéis elétricos compromete a segurança operacional, aumentando os riscos de acidentes, falhas e prolongando o tempo de manutenção. Atualizar os projetos elétricos é essencial para garantir um diagnóstico preciso em eventuais intervenções, otimizar a eficiência do sistema e assegurar a conformidade com as normas técnicas vigentes.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-101. Questionário Sistemas Elétricos - Inundação do abrigo das bombas.

PERIGO	Falha elétrica por curto-circuito
Atividade de controle	**Inundação do abrigo das bombas**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, pois existem diques de contenção para minimizar os riscos de alagamento da casa de bomba.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, pois existem pequenas bombas submersíveis responsáveis por drenar a água dos abrigos das bombas, porém em casos de grandes inundações pode ocorrer uma ineficiência da drenagem das bombas existentes.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Embora a unidade de recalque possua diques de contenção externos para mitigar possíveis vazamentos, isso não elimina completamente o risco de alagamento, pois falhas nas tubulações internas podem resultar no acúmulo de água dentro da estrutura. Os abrigos das bombas contam com sistemas de drenagem equipados com pequenas bombas submersíveis, que auxiliam na remoção da água, porém, sua capacidade é limitada e não suporta grandes vazões. Dessa forma, é essencial considerar medidas adicionais para reforçar a drenagem e garantir a segurança operacional da unidade.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-102. Questionário Sistemas Elétricos - Impactos na qualidade da água tratada.

PERIGO	Físico - Super/Subdosagem de produtos químicos no tanque de contato decorrentes da falta de energia
Atividade de controle	Impactos na qualidade da água tratada
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Não, pois não existe uma fonte alternativa de energia que possa manter os equipamentos energizados.
Questão 2	Nesta etapa, é necessária uma mudança para garantir a segurança da água?
Resposta	Sim. Enfatiza-se que existe um sistema de dosagem eficiente que controla o nível de produtos químicos, porém com a ausência de energia o sistema ficará inativo.
Questão 3	É possível uma mudança?
Resposta	Sim, através da disponibilidade de uma segunda matriz energética.
Questão 4	A mudança é imediata?
Resposta	Não, pois demandará um estudo de viabilidade e investimentos financeiros.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Atenção (PA).** Em uma Estação de Tratamento de Água (ETA) a dosagem de produtos químicos, como flúor e cloro, onde ocorre a interrupção do abastecimento, pode passar por problemas de superdosagem ou subdosagem devido a falhas decorrentes da ausência de energia por falhas dos equipamentos. Esse cenário compromete a qualidade da água tratada e pode representar riscos à saúde pública, portanto, é fundamental implementar medidas preventivas, como sistemas de backup energético, para garantir a dosagem correta e a segurança do processo de tratamento.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.9.2 CABINE PRIMÁRIA (SISTEMA DE RECALQUE DE ÁGUA TRATADA E ÁGUA BRUTA)

Tabela 6-103. Questionário Sistemas Elétricos – Cabine Primária - Redundância de transformadores (Captação ETA Central).

PERIGO	Físico - Falha na alimentação elétrica
Atividade de controle	**Redundância de transformadores (Captação ETA Central)**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, existe equipamento reserva instalado no local.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, porém dependendo do equipamento a ser substituído ainda há a necessidade da paralisação total do sistema.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A captação de água bruta, alimentada por uma cabine primária de alta tensão, depende diretamente de sua operação contínua para garantir o abastecimento. Apesar da disponibilidade de equipamentos reservas, a realização de manutenções atualmente exige a paralisação total do sistema, o que pode impactar significativamente o fornecimento de água. Por isso, torna-se evidente a necessidade de um estudo de adequação para implementar soluções que mitiguem a necessidade de interrupções totais, como redundâncias operacionais ou sistemas de by-pass, assegurando a continuidade do funcionamento mesmo durante intervenções técnicas.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-104. Questionário Sistemas Elétricos – Cabine Primária - Redundância de transformadores (Recalque ETA Central)

PERIGO	Físico - Falha na alimentação elétrica
Atividade de controle	**Redundância de transformadores (Recalque ETA Central)**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, existe equipamento reserva instalado no local.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, porém, apesar de possuir um transformador reserva o esquema elétrico de ligação atual impossibilita a manutenção sem a paralisação total do sistema de recalque.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Embora a cabine primária possua um transformador reserva operando em paralelo, as condições elétricas dos painéis e a configuração de alimentações independentes impedem a realização de manutenções sem a necessidade de paralisação total do sistema. Isso representa um risco significativo para a continuidade operacional e pode impactar diretamente o abastecimento. Diante desse cenário, torna-se essencial realizar um estudo de adequação para viabilizar manutenções seguras e eficientes, minimizando a necessidade de interrupção total e garantindo maior confiabilidade ao sistema elétrico.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-105. Questionário Sistemas Elétricos – Cabine Primária - Redundância de transformadores (Captação ETA Sul).

PERIGO	Físico - Falha na alimentação elétrica
Atividade de controle	**Redundância de transformadores (Captação ETA Sul)**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, existe equipamento reserva instalado no local.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, porém dependendo do equipamento a ser substituído ainda há a necessidade da paralisação total do sistema.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A captação de água bruta, alimentada por uma cabine primária de alta tensão, depende diretamente de sua operação contínua para garantir o abastecimento. Apesar da disponibilidade de equipamentos reservas, a realização de manutenções atualmente exige a paralisação total do sistema, o que pode impactar significativamente o fornecimento de água. Por isso, torna-se evidente a necessidade de um estudo de adequação para implementar soluções que mitiguem a necessidade de interrupções totais, como redundâncias operacionais ou sistemas de bypass, assegurando a continuidade do funcionamento mesmo durante intervenções técnicas.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-106. Questionário Sistemas Elétricos – Cabine Primária - Projetos elétricos desatualizados.

PERIGO	Físico - Riscos de acidente e tempo de manutenção
Atividade de controle	**Projetos elétricos desatualizados**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, o SAMAE mantém junto a Coordenadoria de Eletromecânica os projetos elétricos atualizados.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, pois fica evidente a necessidade de atualização dos projetos para segurança operacional.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Ressalta-se que a ausência de projetos elétricos atualizados dos painéis elétricos compromete a segurança operacional, aumentando os riscos de acidentes, falhas e prolongando o tempo de manutenção. Atualizar os projetos elétricos é essencial para garantir um diagnóstico preciso em eventuais intervenções, otimizar a eficiência do sistema e assegurar a conformidade com as normas técnicas vigentes.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-107. Questionário Sistemas Elétricos – Cabine Primária - Inspeções e limpezas.

PERIGO	Físico - Riscos de acidente e interrupção no fornecimento de energia
Atividade de controle	Inspeções e limpezas
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, existe um plano de manutenção, ou históricos de registros referente as inspeções e limpezas na cabine
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, um plano de manutenção resulta em maior eficácia na contenção risco de falhas, paralisações inesperadas e redução da confiabilidade e vida útil dos equipamentos.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A cabine primária é um componente essencial para o fornecimento seguro e contínuo de energia, e sua integridade depende diretamente da realização periódica de inspeções e limpezas conforme as normas brasileiras, como a ABNT NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. A falta desses procedimentos pode resultar no acúmulo de sujeira e umidade, aumentando o risco de falhas, curtos-circuitos e até mesmo incêndios. Portanto, a manutenção preventiva não é apenas uma recomendação, mas uma necessidade fundamental para garantir a segurança, a eficiência e a vida útil dos equipamentos elétricos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-108. Questionário Sistemas Elétricos – Cabine Primária - Testes de ensaios e monitoramento.

PERIGO	Físico - Riscos de acidente e interrupção no fornecimento de energia
Atividade de controle	Testes de ensaios e monitoramento
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, são realizados testes de ensaios e monitoramento,
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, os testes e ensaios pode amenizar os riscos e aumentar a confiabilidade operacional.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A cabine primária, para sua integridade, depende da realização de testes, ensaios e monitoramento contínuo em conformidade com as normas brasileiras, como a ABNT NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Esses procedimentos são essenciais para detectar desgastes, prevenir falhas e garantir a segurança operacional, evitando riscos de curtos-circuitos, sobrecargas e paralisações inesperadas. Assim, a implementação de um plano de monitoramento estruturado garante maior confiabilidade, prolonga a vida útil dos equipamentos e reduz custos com manutenções corretivas emergenciais.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-109. Questionário Sistemas Elétricos – Cabine Primária - Aterramento SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas).

PERIGO	**Físico - Falha no aterramento que podem gerar surtos e falhas elétricas graves**
Atividade de controle	Aterramento SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, pois existe um sistema de aterramento instalado no local.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, porém a necessidade da realização de inspeções anuais e ensaios periódicos.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** A unidade de recalque da ETA Central e ETA Sul, composta por motores elétricos e sistemas de automação, demanda um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) eficiente que garantir a segurança operacional e a integridade dos equipamentos. Para assegurar sua eficácia, é fundamental a realização de inspeções anuais e ensaios periódicos, conforme estabelecido pela NBR 5419, que normatiza a proteção contra descargas atmosféricas, prevenindo danos ao sistema e reduzindo riscos operacionais

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-110. Questionário Sistemas Elétricos – Cabine Primária - Ausência de redundância (gerador) na alimentação elétrica.

PERIGO	**Físico - Paralisação total no fornecimento de energia**
Atividade de controle	**Ausência de redundância (gerador) na alimentação elétrica**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Não, pois não existem fontes alternativas instaladas na unidade para redundância do fornecimento energético.
Questão 2	Nesta etapa, é necessária uma mudança para garantir a segurança da água?
Resposta	Sim, pois foi realizado um estudo para implantação de gerador, mas fica inviável devido ao baixo histórico de interrupções.
Questão 3	É possível uma mudança?
Resposta	Sim, foi realizado um estudo para implantação de gerador.
Questão 4	A mudança é imediata?
Resposta	Não, pois o estudo demonstrou a inviabilidade da instalação de uma segunda matriz energética, decorrente do histórico de ocorrências deste perigo.
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Atenção (PA)** Para garantir a integridade e a segurança operacional do abastecimento de água do município, é fundamental contar com fontes alternativas de fornecimento de energia na cabine primária, conforme estabelecem as normas brasileiras, como a ABNT NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. A ausência de redundância energética expõe o sistema a riscos de paralisação em caso de falhas na rede principal, comprometendo o abastecimento e gerando impactos críticos à população. Implementar soluções como sistemas de backup, geradores ou conexões redundantes assegura a continuidade do fornecimento de energia, reduzindo vulnerabilidades e aumentando a confiabilidade operacional.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-111. Questionário Sistemas Elétricos – Cabine Primária - Inundação da cabine primária (Água Tratada).

PERIGO	Físico - Falha elétrica por curto-circuito
Atividade de controle	**Inundação da cabine primária (Água Tratada)**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, foram construídas barreiras físicas conforme conhecimento histórico da localidade.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Sim, existem barreiras, porém riscos adicionais ainda existem.
Questão 3	É possível monitorar?
Resposta	Sim, através das inspeções regulares
Conclusão	**Esta etapa é considerada um Ponto de Controle (PC).** Embora tenha sido construída uma barreira física para proteger a cabine primária contra alagamentos, é fundamental manter atenção a outros riscos associados, como infiltrações, umidade excessiva e falhas elétricas e curto circuitos. Medidas complementares, como monitoramento contínuo, drenagem eficiente e manutenção preventiva, são essenciais para garantir a segurança da instalação e a continuidade do fornecimento de energia.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.9.3 SISTEMA DE CLORO GÁS E SISTEMA DE AUTOMAÇÃO (SUPERVISÓRIO)

Tabela 6-112. Questionário Sistemas Elétricos – Sistema de Cloro Gás - Falha ou inatividade dos sensores do abrigo do cloro gás.

PERIGO	**Físico - Não detecção do vazamento ocasionando riscos de acidentes**
Atividade de controle	**Falha ou inatividade dos sensores do abrigo do cloro gás**
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Não, sem redundância energética, persiste risco elevado no sistema de cloro gás.
Questão 2	Nesta etapa, é necessária uma mudança para garantir a segurança da água?
Resposta	Sim, pois a falta de redundância energética sem cloro gás aumenta riscos graves à segurança pessoal e do tratamento da água.
Questão 3	É possível uma mudança?
Resposta	Sim
Questão 4	A mudança é imediata?
Resposta	Não, pois irá exigir estudos para viabilizar a instalação de sistemas de redundância energética especificamente para o sistema de cloro gás.
Conclusão	Esta etapa é considerada um Ponto de Atenção (PA) Em uma Estação de Tratamento de Água, uma área de armazenamento de cloro gás exige monitoramento contínuo para garantir a segurança operacional. A ausência de energia elétrica desativa todos os sensores críticos, deixando o sistema vulnerável a vazamentos sem detecção imediata, o que pode representar sérios riscos à saúde e ao meio ambiente. Por isso, é essencial a implementação de fontes alternativas de energia ou sistemas de backup para garantir o funcionamento ininterrupto dos dispositivos de monitoramento e mitigação de riscos.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Tabela 6-113. Questionário Sistemas Elétricos – Sistema de Automação - Falhas dos equipamentos de automação e ausência do acesso ao supervisório.

PERIGO	Físico - Perda de controle operacional/qualidade da água
Atividade de controle	Falhas dos equipamentos de automação e ausência do acesso ao supervisório
Questão 1	No momento, existem medidas de controle para o perigo identificado?
Reposta	Sim, existem fontes tais como UPS e Nobreaks.
Questão 2	As medidas de controle eliminam ou reduzem os perigos a um nível aceitável?
Resposta	Não, pois UPS e Nobreaks tem autonomia limitada, redundância energética é fundamental para segurança operacional.
Questão 3	Existe alguma barreira subsequente que pode eliminar ou reduzir o perigo a níveis aceitáveis?
Resposta	Sim, através da instalação de fontes de energia secundárias.
Questão 4	É possível monitorar?
Resposta	Não, pois o monitoramento não irá impedir a ocorrência do perigo
Conclusão	**Esta etapa é considerada uma Ponto de Controle de Atenção (PCA).** Em uma Estação de Tratamento de Água, a automação é essencial para o monitoramento eficiente da operação e das unidades remotas. No entanto, a ausência de redundância no fornecimento de energia, contando apenas com UPS e nobreaks, expõe o sistema a riscos de desligamento, comprometendo o funcionamento de CLPs e supervisórios. Manter esses equipamentos continuamente energizados é fundamental para evitar falhas no monitoramento, reduzir impactos operacionais e garantir uma retomada segura sem perda de dados ou reinicializações inesperadas. Implementar uma fonte de energia redundante é, portanto, uma medida estratégica para aumentar a confiabilidade do sistema.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

6.10 SÍNTESE DOS PONTOS DE CONTROLE

A seguir, será apresentado na Tabela 6-114, um resumo dos pontos de controle identificados no sistema de abastecimento, baseados nos perigos e eventos ou atividades de controle.

Tabela 6-114. Resumo da Identificação dos Pontos de Controle Críticos.

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
MANANCIAIS	Químico e/ou Biológico - Paralisação temporária da operação	Presença de contaminantes emergentes no manancial	Ponto de Controle Crítico (PCC)
	Químico e/ou Biológico	Aumento substancial da turbidez	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico	Aumento ou diminuição substancial do pH e da alcalinidade	Ponto de Controle (PC)
	Físico	Paralisações das captações decorrente de variações climáticas sazonais (estiagem ou excesso de água)	Ponto de Controle (PC)
	Físico, Químico e/ou Biológico	Paralisação temporária da captação e operação decorrente de acidente na rodovia com carga perigosa.	Ponto de Controle Crítico (PCC)
CAPTAÇÕES	Físico	Paralisação temporária da operação por avaria do conjunto motobomba de transporte de água bruta (ETA Central).	Ponto de Controle (PC)
	Físico	Paralisação temporária decorrente de assoreamento do canal de captação (ETA Central/ETA Sul)	Ponto de Controle (PC)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
	Físico	Paralisação temporária decorrente de avaria do sistema de comunicação/Telemetria	Ponto de Controle (PC)
	Físico	Paralisação temporária por varia do sistema de acionamento, cabos, painéis ou sistema elétrico.	Ponto de Controle (PC)
	Físico	Sabotagem ou vandalismo.	Ponto de Controle (PC)
	Físico	Paralisação temporária da operação por interrupção no fornecimento de energia elétrica.	Ponto Crítico de Atenção (PCA)
ADUTORAS	Físico, Químico e/ou Biológico	Acumulação de sedimentos no interior da adutora.	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Falta de água generalizada	Ruptura da adutora.	Ponto de Controle (PC)
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO ETA CENTRAL E ETA SUL **GERAL**	Físico - Paralisação temporária	Interrupção no fornecimento de energia elétrica.	Ponto Crítico de Atenção (PCA)
	Físico - Paralisação temporária do tratamento	Falha do macromedidor de medição de vazão de entrada da água bruta	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação temporária do tratamento	Problemas com pessoal (por exemplo, perda de operador, emergência médica).	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação temporária	Sabotagem/ Vandalismo	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação temporária	Falha no sistema supervisório - CCO	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação temporária	Atraso na entrega de produtos químicos	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Sobrecarga do sistema	Entrada excessiva de sólidos	Ponto de Controle (PC)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO ETA CENTRAL E ETA SUL PRÉ-SEDIMENTAÇÃO	Biológico - Ressuspensão de sólidos e geração de odores desagradáveis	Acúmulo de Lodo	Ponto de Controle (PC)
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO ETA CENTRAL E ETA SUL COAGULAÇÃO	Químico e/ou Biológico - Persistência de partículas suspensas, matéria orgânica e contaminantes na água	Falha do sistema de dosagem de coagulante (PAC)	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Inadequabilidade do pH da água (Alto ou Baixo)	Falha da dosagem do coagulante.	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Turbidez e redução na formação de flocos	Condições baixas de alcalinidade	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação temporária do tratamento	Falha do sistema de medição de vazão	Ponto de Controle (PC)
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO ETA CENTRAL E ETA SUL FLOCULAÇÃO	Físico - Persistência de partículas suspensas, matéria orgânica e contaminantes na água	Falha do sistema de dosagem do polímero (ETA Central)	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Presença de contaminantes na água	Falha no sistema de dosagem de carvão ativado (ETA Central)	Ponto de Controle (PC)
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO ETA CENTRAL E ETA SUL DECANTAÇÃO	Químico e/ou Biológico - Arraste de sólidos para as etapas seguintes	Vazões acima do projetado para o decantador	Ponto de Controle (PC)
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO ETA CENTRAL E ETA SUL FILTRAÇÃO	Biológico - Contaminação microbiológica e formação de subprodutos de desinfecção	Aumento da turbidez da água filtrada	Ponto de Controle (PC)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO ETA CENTRAL E ETA SUL **TANQUE DE CONTATO**	Físico - Corrosão no sistema de distribuição	Falha no sistema de dosagem de Ortopolifosfato de Sódio (ETA Central)	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Danos à saúde da população abastecida	Falha na dosagem de Ortopolifosfato de Sódio (ETA Central)	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Dano à saúde bucal da população	Falha no sistema de dosagem de Flúor	Ponto de Controle (PC)
	Químico - Intoxicação da população (superdosagem)	Falha na dosagem de Flúor	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Contaminação da água tratada	Falha no sistema de dosagem de cloro	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Danos à saúde da população abastecida	Falha na dosagem de cloro para desinfecção final	Ponto de Controle (PC)
	Biológico - Danos à saúde da população abastecida	Formação de subprodutos	Ponto de Controle (PC)
TRATAMENTO DE LODO – ETA CENTRAL	Químico – Descarte de material contaminado	Contaminação do lodo, provenientes de acidentes químicos e ambientais	Ponto de Controle (PC)
MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS – ETA CENTRAL/SUL **CLORO GÁS (ETA CENTRAL)**	Físico – Paralisação na dosagem	Vazamento	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos	Contato acidental por vazamento	Ponto de Controle (PC)
	Químico – Intoxicação da população abastecida	Superdosagem	Ponto de Controle (PC)
	Físico – Paralisação na dosagem	Deterioração das instalações de armazenamento	Ponto de Controle (PC)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS – ETA CENTRAL/SUL **ÁCIDO FLUOSSILÍCIOCO**	Físico – Paralisação na dosagem	Vazamento	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos	Contato acidental	Ponto de Controle (PC)
	Físico, químico e biológico	Liberação de gases tóxicos	Ponto de Controle (PC)
	Físico – Paralisação na dosagem	Deterioração das instalações de armazenamento e dosagem	Ponto de Controle (PC)
MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS – ETA CENTRAL/SUL **HIDRÓXIDO DE CÁLCIO (ETA CENTRAL)**	Físico – Paralisação na dosagem	Vazamento	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos	Contato acidental	Ponto de Controle (PC)
	Físico – Paralisação na dosagem	Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem	Ponto de Controle (PC)
MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS – ETA CENTRAL/SUL **CARVÃO ATIVADO (ETA CENTRAL)**	Físico – Acidente de trabalho, danos, equipamentos e pessoal	Incêndios	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos	Contato acidental	Ponto de Controle (PC)
MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS – ETA CENTRAL/SUL **POLICLORETO DE ALUMÍNIO PAC 12%**	Físico - Paralisação na dosagem	Vazamento	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos	Contato acidental	Ponto de Controle (PC)
	Físico – Paralisação na dosagem	Formação de precipitados	Ponto de Controle (PC)
	Físico – Paralisação na dosagem	Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem	Ponto de Controle (PC)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS – ETA CENTRAL/SUL **HIPOCLORITO DE SÓDIO COMERCIAL**	Físico – Paralisação na dosagem	Vazamento	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos	Contato acidental	Ponto de Controle (PC)
	Físico e/ou Químico	Formação de gases tóxicos	Ponto de Controle (PC)
	Físico – Paralisação na dosagem	Deterioração ou obstruções das instalações de armazenamento e dosagem	Ponto de Controle (PC)
MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS – ETA CENTRAL/SUL **HIPOCLORITO DE SÓDIO GERADO IN LOCO (ETA SUL)**	Físico – Paralisação na dosagem	Vazamento	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos	Contato acidental	Ponto de Controle (PC)
	Físico e/ou Químico	Formação de gases tóxicos	Ponto de Controle (PC)
	Físico e/ou Químico	Corrosão de equipamentos	Ponto de Controle (PC)
	Físico, Químico e/ou Biológico	Risco de explosão	Ponto de Controle (PC)
MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS – ETA CENTRAL/SUL **ORTOPOLIFOSFATO DE SÓDIO (ETA CENTRAL)**	Físico – Paralisação na dosagem	Vazamento	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Danos à saúde dos técnicos envolvidos	Contato acidental	Ponto de Controle (PC)
REDES DE DISTRIBUIÇÃO	Físico, químico e/ou biológico - Ruptura da tubulação e contaminações	Uso de materiais e revestimentos inadequados	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico	Desinfecção ineficiente após reparo de rede	Ponto de Controle (PC)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
	Físico e/ou Biológico - Paralisação temporária	Infiltrações	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação temporária	Rompimento de rede	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação temporária	Mau funcionamento ou quebra de válvulas ou boosters.	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Intoxicação da população abastecida	Residual de cloro inadequado	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Danos à saúde da população abastecida	Residual de Flúor inadequado	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico - Danos à saúde da população abastecida	Formação de subprodutos da desinfecção	Ponto de Controle Crítico (PCC)
RESERVAÇÃO	Físico - Paralisação temporária	Dano ou destruição do reservatório devido a um desastre natural	Ponto de Controle (PC)
	Físico, Químico e/ou Biológico - Paralisação temporária	Inexistência de controle de acesso de pessoas – Ações de vandalismo ou sabotagem.	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação temporária	Vazamento causado por rachadura nas paredes e fundo do reservatório	Ponto de Controle (PC)
	Físico, Químico e/ou Biológico - Paralisação temporária na distribuição da água.	Operações de limpeza e manutenção ineficientes.	Ponto de Controle (PC)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
	Físico - Paralisação temporária	Medição incorreta do nível de água ou mal funcionamento do sistema de processamento de dados	Ponto de Controle (PC)
	Físico, Químico e/ou Biológico – Paralisação temporária	Introdução de contaminantes por materiais impróprios ou problemas operacionais	Ponto de Controle (PC)
	Físico, Químico e/ou Biológico	Contaminação pela falta de monitoramento da qualidade da água na saída do reservatório	Ponto de Controle (PC)
	Físico e/ou Químico	Excessivo acúmulo de sedimentos no piso do reservatório	Ponto de Controle (PC)
	Físico e/ou Químico	Excessivo acúmulo de biofilme nas paredes dos reservatórios.	Ponto de Controle (PC)
LABORATÓRIOS DE ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA	Biológico	Falha nos procedimentos para a coleta de água no sistema de distribuição	Ponto de Controle (PC)
	Biológico	Falha nos procedimentos para coleta de água superficial	Ponto de Controle (PC)
	Biológico	Qualidade ruim dos materiais para coleta bacteriológica	Ponto de Controle (PC)
	Químico e/ou Biológico	Falha nos procedimentos de limpeza dos frascos	Ponto de Controle (PC)
	Biológico	Falha nos procedimentos de esterilização	Ponto de Controle (PC)
	Biológico	Falhas nos procedimentos de limpeza	Ponto de Controle (PC)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
	Biológico	Falha nos procedimentos internos para realização das análises	Ponto de Controle (PC)
	Biológico	Resultados de análise de coliformes falso-negativo	Ponto de Controle (PC)
	Físico e/ou Químico	Falha nos procedimentos internos para realização das análises	Ponto de Controle (PC)
	Físico – Paralisação temporária	Equipamentos com defeitos	Ponto de Controle (PC)
	Físico – Paralisação temporária	Falta de mão de obra especializada	Ponto de Controle (PC)
SISTEMAS ELÉTRICOS SISTEMAS DE RECALQUE R1, R2, R3, R5 E R6	Físico - Paralisação total do bombeamento hidráulico	Falha elétricas e interrupção no abastecimento	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Interrupção parcial do sistema de bombeamento	Falha de redundância operacional	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Perda de controle remoto, comprometendo a operação, monitoramento e respostas a falhas	Falhas no sistema de controle e automação	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Sobrecarga do motor, causando falha elétrica	Cavitação e problemas hidráulicos	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Falha no aterramento que podem gerar surtos e falhas elétricas graves	Aterramento SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação parcial por sobreaquecimento	Refrigeração da sala dos painéis elétricos	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Riscos de acidente e tempo de manutenção	Projetos elétricos desatualizados	Ponto de Controle (PC)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
	Físico - Falha elétrica por curto-circuito	Inundação do abrigo das bombas	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Super/Subdosagem de produtos químicos no tanque de contato decorrentes da falta de energia	Impactos na qualidade da água tratada	Ponto de Atenção (PA)
SISTEMAS ELÉTRICOS CABINE PRIMÁRIA (SISTEMA DE RECALQUE DE ÁGUA TRATADA E ÁGUA BRUTA)	Físico - Falha na alimentação elétrica	Redundância de transformadores (Captação ETA Central)	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Falha na alimentação elétrica	Redundância de transformadores (Recalque ETA Central)	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Falha na alimentação elétrica	Redundância de transformadores (Captação ETA Sul)	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Riscos de acidente e tempo de manutenção	Projetos elétricos desatualizados	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Riscos de acidente e interrupção no fornecimento de energia	Inspeções e limpezas	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Riscos de acidente e interrupção no fornecimento de energia	Testes de ensaios e monitoramento	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Falha no aterramento que podem gerar surtos e falhas elétricas graves	Aterramento SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)	Ponto de Controle (PC)
	Físico - Paralisação total no fornecimento de energia	Ausência de redundância (gerador) na alimentação elétrica	Ponto de Atenção (PA)

ETAPA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	PERIGO	EVENTO OU ATIVIDADE DE CONTROLE	CONCLUSÃO
	Físico - Falha elétrica por curto-circuito	Inundação da cabine primária (Água Tratada)	Ponto de Controle (PC)
SISTEMAS ELÉTRICOS – CLORO GÁS E SISTEMA DE AUTOMAÇÃO	Físico - Não detecção do vazamento ocasionando riscos de acidentes	Falha ou inatividade dos sensores do abrigo do cloro gás	Ponto de Atenção (PA)
	Físico - Perda de controle operacional/qualidade da água	Falhas dos equipamentos de automação e ausência do acesso ao supervisório	Ponto de Controle de Atenção (PCA)

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

*Legenda: Pontos de Controle Crítico (PCC), Pontos de Controle (PC), Pontos Críticos de Atenção (PCA) e Pontos de Atenção (PA).

6.11 PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS IDENTIFICADOS (PCC)

Na sequência junto a Tabela 6-115, são apresentados somente os Pontos de Controle Críticos (PCC) identificados no sistema de abastecimento de água através da árvore de decisão.

Tabela 6-115. Pontos de Controle Críticos identificados no SAA.

Componente do SAA	Perigo Considerado	Atividade de Controle	Classificação	Observações
MANANCIAIS	Químico e/ou Biológico Paralisação temporária da operação	Presença de contaminantes emergentes no manancial.	PCC - Ponto de Controle Crítico	Apesar das etapas subsequentes do tratamento da água, quando cientes da possível contaminação, possibilitarem a descontaminação ou ação que impossibilite a contaminação e distribuição desta água a população, por intermédio da dosagem de carvão ativado na etapa de floculação, o sistema convencional de tratamento de água adotado não apresenta eficiência total para a remoção de contaminantes emergentes no manancial.
MANANCIAIS	Físico, Químico e/ou Biológico	Paralisação temporária da captação e operação decorrente de acidente na rodovia com carga perigosa.	PCC - Ponto de Controle Crítico	Embora a Estação possua um plano de contingência e emergência, que está em atualização junto ao PSA, não existem etapas no tratamento que possam eliminar completamente os riscos e perigos relacionados a um acidente com produtos químicos que atinjam o manancial.

Componente do SAA	Perigo Considerado	Atividade de Controle	Classificação	Observações
REDES DE DISTRIBUIÇÃO	Químico e/ou Biológico – Intoxicação da população abastecida	Formação de subprodutos da desinfecção.	PCC - Ponto de Controle Crítico	Caso exista matéria orgânica na fase de cloração pode haver formação de subprodutos da desinfecção.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Observa-se que foram identificados um total de três **Pontos de Controle Críticos (PCC)** no sistema de abastecimento de água do SAMAE junto ao município de Jaraguá do Sul/SC. Dois deles ligados aos Mananciais e outro ligado à Rede de Distribuição.

Desta forma, na sequência serão verificadas as medidas de controle possíveis de serem adotadas para estes PCCs em conjunto com os procedimentos para monitoramento e controle dos PCCs, bem como, os limites de referência que darão o suporte para que não se ultrapasse o limite permitido perante as normas e leis vigentes quando aplicável.

CAPÍTULO V

7 IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE, ESTABELECIMENTO DE LIMITES DE REFERÊNCIA E DEFINIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE

A identificação das medidas de controle, o estabelecimento de limites de referência e a definição dos procedimentos de monitoramento e controle devem ser implementadas especificamente para os pontos identificados como PCC (Pontos de Controle Críticos). Essas medidas consistem em ações destinadas a manter as condições ou parâmetros do processo em cada etapa do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) dentro de limites aceitáveis.

O principal objetivo das medidas de controle é a adoção de uma rotina de monitoramento operacional que assegure o controle dos riscos associados a todos os perigos identificados, desde o manancial até os pontos de consumo.

As medidas de controle, também chamadas de “barreiras”, são aplicadas para garantir a segurança da água. No levantamento dos pontos de controle é necessário verificar se existem ou não procedimentos para assegurar o desempenho da atividade em análise. As medidas de controle a serem estabelecidas, devem levar em consideração a característica dos riscos em cada etapa do processo, destacando-se abaixo alguns exemplos destas medidas para o SAA.

Assim como as medidas de controle, o estabelecimento dos Limite de Referência, ou Limites Críticos (LC), devem ser estabelecidos para todos os PCC identificados para assegurar que o nível aceitável não seja excedido. Os limites críticos devem ser mensuráveis e, no monitoramento da água, precisam atender, no mínimo, aos critérios de projeto da etapa de tratamento ou aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente.

Em relação a definição dos procedimentos de monitoramento e controle é importante compreender que todas as medidas de controle devem ter monitoramento operacional definido de forma clara para garantir a verificação e comparação com as metas de qualidade da água, facilitando o acompanhamento do desempenho das ações de controle estabelecidas e a verificação da sua efetividade.

Na sequência, conforme os Pontos de Controle Críticos (PCC) identificados no item anterior, serão apresentados e elencados as principais Medidas de Controle Aplicáveis em conjunto com os Procedimentos de Monitoramento e Controle, finalizando como os Limites de Referência, permitindo assim que os riscos associados à etapa em que serão aplicados sejam reduzidos a níveis aceitáveis.

7.1 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS, PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE E LIMITES DE REFERÊNCIA – MANANCIAIS – CONTAMINANTES EMERGENTES

7.1.1 PERIGO

Físico, Químico e/ou Biológico.

7.1.2 EVENTO OU CONDIÇÃO DA ETAPA ANALISADA

Paralisação temporária da captação e operação em decorrência da presença de contaminantes emergentes no manancial.

7.1.3 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS E PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE

A paralisação temporária da captação de água bruta e da operação do sistema devido à presença de contaminantes emergentes no manancial exige medidas de controle rigorosas para garantir a segurança da água fornecida à população. As ações podem ser organizadas em quatro categorias principais:

7.1.3.1 Medidas Emergenciais Imediatas

Essas ações devem ser tomadas logo após a identificação do risco.

a**) Paralisação Preventiva da Captação:**

- Interromper imediatamente a captação de água ao detectar presença de contaminantes emergentes;
- Acionar alarmes e comunicar operadores para suspensão da captação.

b) Contenção e Monitoramento Inicial:

- Acionar órgãos ambientais (IMA, IBAMA, Secretarias Estaduais de Meio Ambiente);
- Monitorar a dispersão do contaminante com amostragens e sensores online;
- Implantar barreiras físicas ou químicas para contenção, se aplicável.

7.1.3.2 Monitoramento da Qualidade da Água

a) Coleta Análise Laboratorial:

- Coletar amostras na área impactada, no ponto de captação e em áreas próximas;
- Avaliar parâmetros críticos:
  - Presença de fármacos, pesticidas, hormônios e microplásticos.
  - Compostos Orgânicos Voláteis (COVs).
  - Metais pesados e toxinas.
  - pH, turbidez, DBO, DQO.

b) Uso de Sensores e Equipamentos Automáticos:

- Instalar sensores online para monitoramento contínuo de qualidade da água;
- Verificar variações súbitas na condutividade elétrica e na presença de substâncias orgânicas.

7.1.3.3 Comunicação e Gestão de Risco

a) Acionamento de Autoridades e Envolvidos:

- Informar órgãos ambientais e reguladores sobre o incidente.
- Comunicar concessionárias de água e prefeituras para medidas preventivas.

b) Aviso à População:

- Se houver risco ao abastecimento público, emitir alertas via rádio, TV, redes sociais e aplicativos.
- Instruir a população a evitar o consumo de água até a normalização.

7.1.3.4 Retomada Segura da Operação

a) Análise Final da Qualidade da Água:

- Somente retomar a captação após resultados laboratoriais garantirem que todos os parâmetros estão dentro dos limites legais (CONAMA 357/2005, Portaria GM/MS nº 888/2021);
- Aplicar tratamento adequado, como carvão ativado, oxidação avançada ou membranas de nanofiltração, se necessário.

b) Revisão e Melhoria do Plano de Contingência:

- Atualizar protocolos com base no ocorrido;
- Implementar novas tecnologias para detecção precoce de contaminantes emergentes;
- Treinar equipes para resposta rápida a eventos similares.

7.1.4 LIMITES DE REFERÊNCIA

Os limites de referência para a paralisação temporária da captação de água bruta devido à presença de contaminantes emergentes podem ser baseados em normas nacionais e internacionais. Alguns parâmetros importantes incluem:

Normas Brasileiras e/ou Estaduais:

- Portaria GM/MS nº 888/2021 (antiga Portaria de Consolidação nº 5/2017);
- Resolução CONAMA nº 357/2005.

7.2 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS, PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE E LIMITES DE REFERÊNCIA – MANANCIAIS – ACIDENTES EM RODOVIAS

7.2.1 PERIGO

Físico, Químico e/ou Biológico.

7.2.2 EVENTO OU CONDIÇÃO DA ETAPA ANALISADA

Paralisação temporária da captação e operação decorrente de acidente na rodovia com carga perigosa.

7.2.3 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS E PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE

A paralisação temporária da captação de água bruta e da operação do sistema devido a um acidente rodoviário com carga perigosa exige medidas de controle imediatas e preventivas para evitar a contaminação da água e garantir a segurança da população. Essas medidas podem ser organizadas em quatro categorias principais, sendo elas Medidas Emergenciais Imediatas, Monitoramento da Qualidade da Água, Comunicação e Gestão de Risco e Retomada Segura da Operação.

7.2.3.1 Medidas Emergenciais Imediatas

Essas ações devem ser executadas logo após a identificação do risco:

a) Paralisação Preventiva da Captação:

- Interromper imediatamente a captação de água ao detectar risco de contaminação (cheiro, cor, espuma, derramamento confirmado, etc.);
- Acionar alarmes e comunicar operadores para suspensão da captação;
- Avaliar possibilidade de uso de fontes alternativas (outros mananciais, reservatórios).

b) Isolamento e Contenção da Contaminação:

- Acionar Defesa Civil, Bombeiros e Órgãos Ambientais (IMA, IBAMA, Secretarias Estaduais de Meio Ambiente);
- Implantar barreiras físicas (barreiras absorventes, boias, mantas de contenção) para evitar o espalhamento do contaminante;
- Aplicar produtos neutralizantes ou dispersantes (quando indicado pelo órgão ambiental);
- Monitorar a dispersão do poluente com drones, sensores ou amostragens manuais.

7.2.3.2 Monitoramento da Qualidade da Água

a) Coleta e Análise Laboratorial:

Coletar amostras na área impactada, no ponto de captação e em áreas próximas e avaliar parâmetros críticos:

- Óleos e graxas;
- Compostos Orgânicos Voláteis (COVs);
- Metais pesados (mercúrio, chumbo, arsênio, etc.);
- pH, turbidez, DBO, DQO;
- Presença de solventes e combustíveis.

b) Uso de Sensores e Equipamentos Automáticos:

- Instalar sensores online de qualidade da água (se disponíveis);
- Verificar variações súbitas na condutividade elétrica e no pH.

7.2.3.3 Comunicação e Gestão de Risco

a) Acionamento de Autoridades e Envolvidos:

- Informar órgãos ambientais e reguladores sobre o incidente;
- Comunicar concessionárias de água e prefeituras para medidas preventivas;
- Acionar transportadora responsável para providências.

b) Aviso à População:

- Se houver risco ao abastecimento público, emitir alertas via rádio, TV, redes sociais e aplicativos;
- Instruir a população a evitar o consumo de água até a normalização.

7.2.3.4 Retomada Segura da Operação

a) Análise Final da Qualidade da Água:

- Somente retomar a captação após resultados laboratoriais garantirem que todos os parâmetros estão dentro dos limites legais (CONAMA 357/2005, Portaria GM/MS nº 888/2021);
- Reforçar tratamento da água com carvão ativado, oxidação avançada e ajustes na filtração, se necessário.

b) Revisão e Melhoria do Plano de Contingência:

- Atualizar protocolos com base no ocorrido;
- Implementar novas tecnologias para detecção precoce;
- Treinar equipes para resposta rápida a eventos similares.

7.2.4 LIMITES DE REFERÊNCIA

Os limites de referência em relação a paralisação temporária da captação de água bruta e operação do sistema devido a um acidente rodoviário envolvendo carga perigosa devem considerar parâmetros ambientais, normativos e operacionais, que estão ligados as principais normas e regulamento vigentes no Brasil

Normas e Regulamentos Ambientais:

- Portaria GM/MS nº 888/2021 (antiga Portaria de Consolidação nº 5/2017);
- CONAMA 357/2005: Define os padrões de qualidade da água e os limites para substâncias contaminantes em corpos hídricos.
- CONAMA 430/2011: Trata do controle de poluição hídrica por efluentes.

7.3 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS, PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE E LIMITES DE REFERÊNCIA - REDE DE DISTRIBUIÇÃO

7.3.1 PERIGO

Biológico.

7.3.2 EVENTO OU CONDIÇÃO DA ETAPA ANALISADA

Danos à saúde da população ocasionado pela formação de subprodutos.

7.3.3 MEDIDAS DE CONTROLE APLICÁVEIS E PROCEDIMENTOS PARA MONITORAMENTO E CONTROLE

A formação de subprodutos na rede de distribuição de água pode comprometer a qualidade da água potável, resultando em contaminação biológica e riscos à saúde da população. Para minimizar esse problema, as medidas de controle devem abranger desde o tratamento inicial até o monitoramento da rede de distribuição. Essas medidas podem ser divididas em quatro áreas principais: controle da desinfecção, controle da qualidade da água na rede, manutenção preventiva e resposta rápida a anomalias.

7.3.3.1 Controle da Desinfecção

a) Otimização da Desinfecção:

- Ajustar a dosagem de cloro para garantir desinfecção eficaz sem formação excessiva de subprodutos (Trialometanos - THMs e Ácidos Haloacéticos - HAAs);
- Avaliar o uso de desinfetantes alternativos como dióxido de cloro, ozônio ou cloraminas, que produzem menos subprodutos em comparação ao cloro livre;
- Evitar a sobredosagem de cloro em regiões de baixa demanda para reduzir a formação de THMs;

b) Controle do Tempo de Retenção da Água na Rede:

- Evitar zonas mortas e água estagnada na rede para reduzir a decomposição de desinfetantes e formação de biofilme;
- Reduzir o tempo de permanência da água nos reservatórios e redes de distribuição, implementando renovação contínua;
- Implementar descargas programadas em pontos críticos da rede.

7.3.3.2 Controle da Qualidade da Água na Rede

a) Remoção de Matéria Orgânica Antes da Desinfecção:

- Melhorar os processos de coagulação, floculação e filtração para reduzir a matéria orgânica precursora de subprodutos da desinfecção;
- Implementar tratamento com carvão ativado para remover precursores de THMs e HAAs;
- Ajustar o pH da água para minimizar reações químicas indesejáveis durante a desinfecção.

b) Monitoramento de Subprodutos e Qualidade da Água:

- Realizar análises regulares de THMs, HAAs, cloro residual, turbidez e pH ao longo da rede de distribuição;
- Instalar sensores online para detecção em tempo real de cloro residual e variações nos parâmetros da água;
- Identificar pontos críticos da rede onde há maior risco de formação de subprodutos e implementar ações corretivas.

7.3.3.3 Manutenção Preventiva da Rede de Distribuição

a) Limpeza e Inspeção Periódica da Rede:

- Realizar descargas preventivas para evitar acúmulo de material orgânico e biofilme dentro das tubulações;
- Inspecionar e limpar periodicamente reservatórios e caixas d'água;
- Remover incrustações e sedimentos que possam favorecer reações químicas indesejadas.

b) Gestão da Infraestrutura:

- Identificar e substituir trechos da rede que favorecem a estagnação da água;
- Melhorar o fluxo hidráulico para evitar pontos de baixa circulação;
- Monitorar conexões clandestinas e vazamentos que podem comprometer a qualidade da água.

7.3.3.4 Resposta Rápida a Anomalias

a) Correção Imediata de Problemas Identificados:

- Caso haja aumento nos níveis de THMs ou HAAs, ajustar rapidamente a desinfecção na estação de tratamento;
- Aplicar carvão ativado ou aeração para reduzir a concentração de subprodutos formados;
- Se for detectada contaminação biológica, aumentar temporariamente a dosagem de desinfetante até a normalização.

b) Comunicação e Plano de Contingência:

- Em caso de risco à saúde pública, notificar autoridades e concessionárias de abastecimento;
- Emitir alertas à população caso seja necessário interromper temporariamente o consumo de água;
- Treinar equipes para resposta rápida a ocorrências de contaminação química ou biológica.

7.3.4 LIMITES DE REFERÊNCIA

Na formação de subprodutos na rede de distribuição de água, especialmente no que diz respeito à contaminação biológica e aos impactos à saúde, existem alguns limites e parâmetros importantes a serem observados.

Os principais regulamentos que definem os limites para subprodutos da desinfecção e contaminantes biológicos incluem:

- Portaria GM/MS nº 888/2021;
- Resolução CONAMA nº 357/2005.

CAPÍTULO VI

8 PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

Este documento refere-se ao Plano de Emergência e Contingencia das Estações de Tratamento de Água Central e Sul (ETA Central e ETA Sul), incluindo também os mananciais e regiões que estão a montante das captações responsáveis pelo abastecimento de água das estações de tratamento.

O Plano de Emergência e Contingência (PEC) é um instrumento essencial dentro do Plano de Segurança da Água (PSA) do município de Jaraguá do Sul/SC, visando a garantia da continuidade e qualidade do abastecimento de água mesmo diante de eventos adversos.

Seu objetivo é estabelecer diretrizes e protocolos para a prevenção, resposta e mitigação de riscos associados à contaminações, crises hídricas, falhas operacionais, desastres naturais e outras emergências que possam comprometer a segurança hídrica da população.

Este plano é estruturado com base em análises de vulnerabilidade e riscos, definindo ações específicas para cada cenário de crise, bem como responsabilidades, recursos disponíveis e canais de comunicação entre os órgãos competentes.

A implementação do PEC fortalece a resiliência do sistema de abastecimento e assegura uma resposta eficaz diante de situações de emergência, minimizando impactos à saúde pública e ao meio ambiente.

A formulação do Plano de Emergência e Contingência (PEC) para o sistema de abastecimento de água de Jaraguá do Sul/SC está em consonância com a Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC). Essa legislação estabelece a obrigatoriedade dos municípios em desenvolver e implementar ações voltadas à redução de riscos e à gestão de desastres, garantindo a segurança e o bem-estar da população.

No contexto municipal, a responsabilidade pela elaboração de planos de prevenção e resposta à emergências cabe ao poder público local. O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE), como órgão responsável pela gestão do abastecimento de água no município, tem o compromisso de estruturar um Plano de Emergência e Contingência específico para o sistema de abastecimento de água. Esse documento tem como finalidade antecipar cenários de crise, definir ações estratégicas e estabelecer protocolos para minimizar impactos decorrentes de eventos adversos, assegurando a continuidade e a qualidade da água distribuída à população.

Dessa forma, o PEC não apenas atende às diretrizes legais, mas também fortalece a capacidade de resposta do município frente a incidentes que possam comprometer a segurança hídrica, garantindo maior resiliência e proteção à saúde pública.

Para o Plano de Segurança da Água (PSA), é essencial considerar a ocorrência de situações específicas que possam comprometer a qualidade e a disponibilidade da água destinada ao abastecimento público. Entre essas situações são desastres naturais, ações humanas, derramamento de substâncias perigosas nas áreas de captação de água bruta, vazamentos de produtos químicos na estação de tratamento de água, entre outros incidentes imprevistos que podem colocar em risco a segurança da água e, consequentemente, a saúde pública. Diante dessa possibilidade, foi incluído no escopo do PSA a elaboração de um Plano de Emergência e Contingência, contendo ações estruturadas para uma resposta rápida e eficaz em situações críticas, garantindo a mitigação de impactos e a continuidade do abastecimento de água.

8.1 ASPECTOS GERAIS

O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) é a entidade gestora do abastecimento de água potável, responsável por ações internas e externas, como contratos com empresas especializadas em engenharia sanitária, ampliação ou remodelação dos serviços públicos e operação direta dos serviços de abastecimento de água.

A Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA) é o órgão diretamente responsável pela gestão dos serviços de saúde no município, a qual possui planos de emergência em saúde, ações de prevenção e controle de doenças, e outros serviços relacionados à saúde pública.

A Defesa Civil de Jaraguá do Sul é o órgão responsável por coordenar as ações de prevenção e resposta a desastres naturais e outras emergências, a qual possui planos de emergência, ações de prevenção e socorro em caso de desastres.

Na Tabela 8-1 é apresenta a relação simplificada dos órgãos existentes ou outros serviços que podem ser essenciais durante emergências.

Tabela 8-1. Relação dos números dos principais órgãos de fiscalização, serviços essenciais e emergenciais

SETOR	ÓRGÃO	TELEFONE
Abastecimento de Água	Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAMAE)	(47) 2106-9100 ou 115.
Saúde	Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA)	(47) 2106-8400.
Defesa Civil	Defesa Civil	(47) 2106-8773 ou 199.
Serviço de Segurança contra Incêndio	Corpo de Bombeiros Militar -	(47) 3276-9500
	Bombeiros Voluntários de Jaraguá do Sul	(47) 2106-1002
	Bombeiros Voluntários de Jaraguá do Sul – Sub Sede Nereu Ramos	(47) 2106-1002
Prefeitura	Prefeitura Municipal	(47) 2106-8000
Vigilância Sanitária	Vigilância Sanitária	(47) 2106-8409
Polícia	Delegacia de Polícia da Comarca de Jaraguá do Sul	(47) 3371-0123
Regulação	Secretaria de Estado e Desenvolvimento Sustentável (SDS)	(48) 3665-4249
Gestão	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde (SEMAE)	(48) 3665-4203

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

8.2 PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA – ETA CENTRAL

O presente capítulo apresenta o Plano de Emergência e Contingência elaborado para as etapas essenciais da ETA Central. Este plano, estruturado em torno da identificação de pontos vulneráveis, da previsão de eventos adversos e da definição de ações de contingência, tem como objetivo orientar as equipes envolvidas na resposta a emergências, otimizando a gestão de crises e minimizando os impactos sobre a comunidade.

As etapas serão abordadas de forma cronológica, seguindo o fluxograma do Sistema de Abastecimento de Água referente a ETA Central, passando pelos mananciais, estações de tratamento, distribuição e reservação.

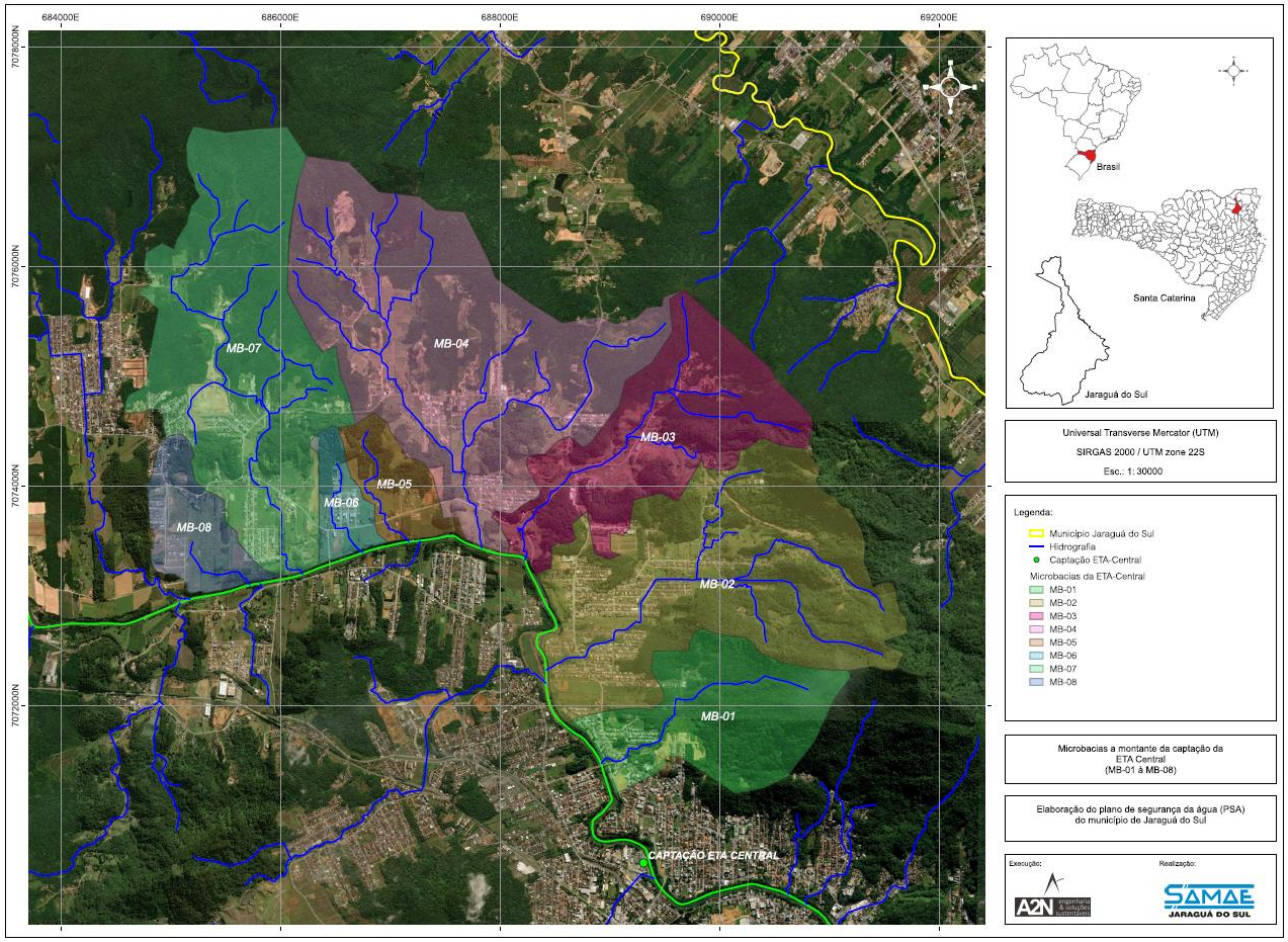
8.2.1 MONITORAMENTO DOS MANANCIAIS

Inicialmente, foi realizado um levantamento abrangente das microbacias a montante da captação da ETA Central e dentro dos limites municipais de Jaraguá do Sul, atribuindo-lhes denominações que facilitam sua identificação e comunicação em eventuais necessidades.

Essas microbacias deságuam no Rio Itapocú, onde foram aferidas as distâncias entre suas fozes e a respectiva captação. Esses dados são essenciais para uma tomada de decisão ágil e eficaz em caso de um eventual acidente próximo aos mananciais.

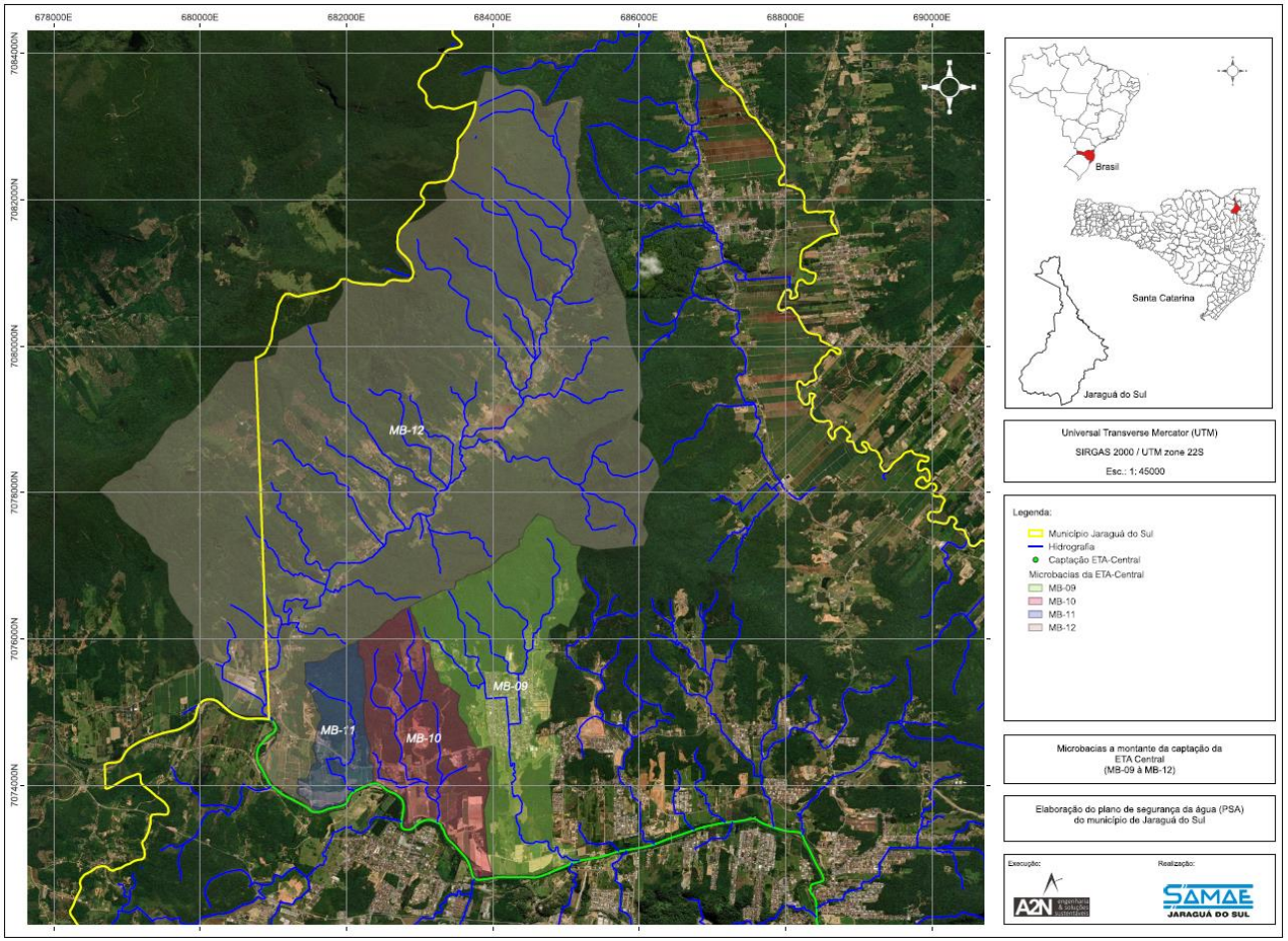
Na sequência, serão apresentados os mapas gerados destas microbacias a montante da captação da ETA Central conforme Figura 8-1, Figura 8-2 e Figura 8-3, e estarão disponíveis também nos apêndices XXI, XXII e XXIII.

Figura 8-1. Mapa das Microbacias (MB 01-08) a montante da captação da ETA Central.



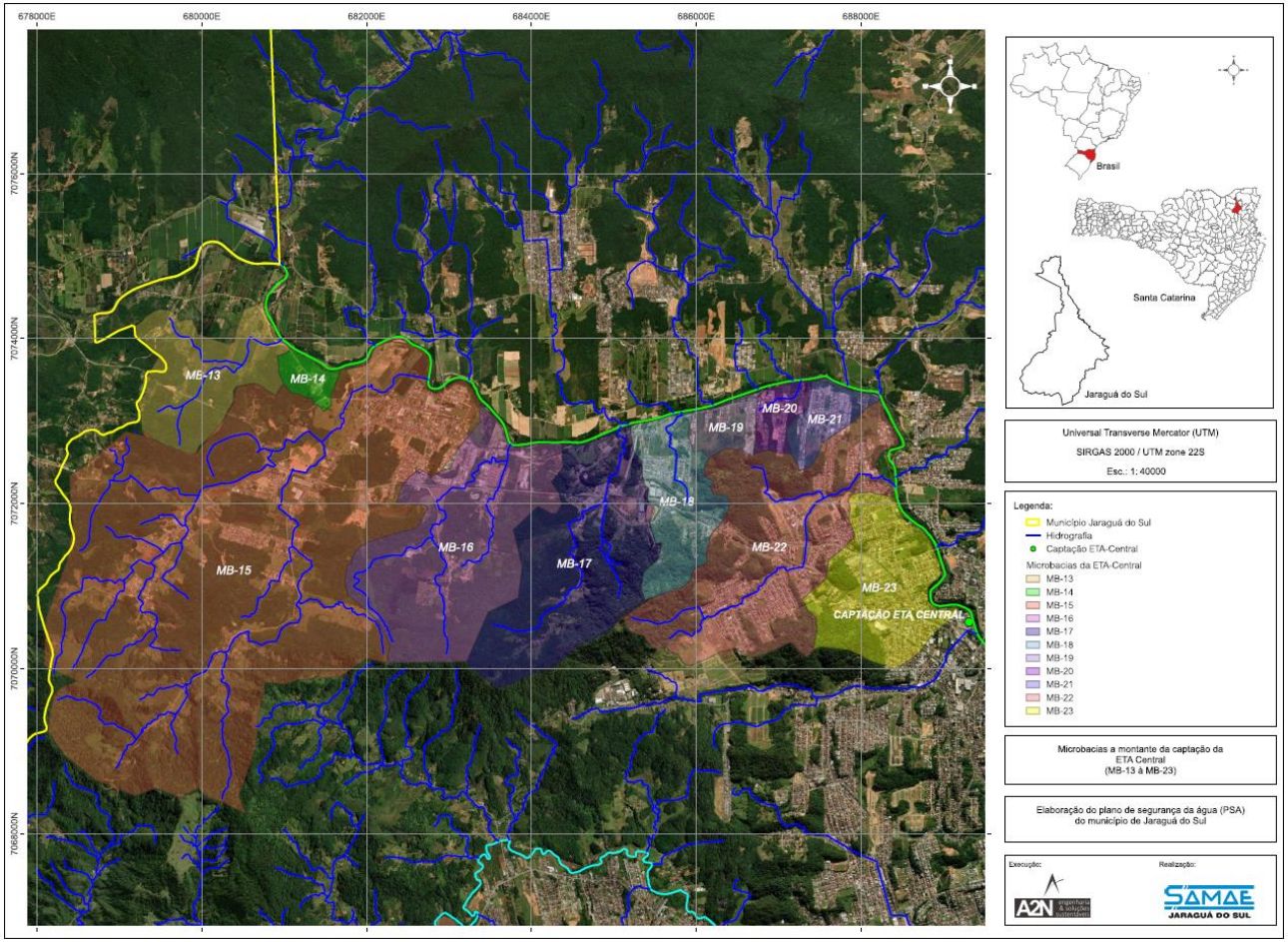
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 8-2. Mapa das Microbacias (MB 09-12) a montante da captação da ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 8-3. Mapa das Microbacias (MB 13-23) a montante da captação da ETA Central.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

O monitoramento dos pontos de atenção nas rodovias, avenidas e ruas próximas à captação superficial da ETA Central, é uma etapa essencial para a gestão da segurança da água no município de Jaraguá do Sul.

A movimentação intensa de veículos de carga nessas vias representa um potencial risco ambiental, especialmente no transporte de substâncias químicas e outros materiais poluentes que, em caso de acidentes, podem comprometer a qualidade da água dos mananciais utilizados para abastecimento público. Dessa forma, a identificação, mapeamento e categorização desses pontos críticos são fundamentais para a implementação de estratégias de prevenção e resposta rápida diante de eventuais incidentes.

A Tabela 8-2 apresentam os pontos de atenção identificados nas proximidades da captação superficial da ETA Central. Os pontos foram georreferenciados com suas coordenadas e distâncias até a estação de tratamento, permitindo uma análise detalhada do nível de risco de cada localidade. Essas informações servem como base para o desenvolvimento de planos de ação específicos, como a instalação de barreiras de contenção, o monitoramento contínuo da qualidade da água e a capacitação das equipes responsáveis pela resposta a emergências ambientais.

É importante destacar que as distâncias consideradas referem-se ao trajeto, desde o ponto de captação até a foz de cada microbacia. Dessa forma, obtém-se a distância entre a foz da microbacia e o ponto de captação de água bruta da ETA Central. Em caso de um eventual acidente ambiental dentro de uma microbacia, deve-se ainda considerar a distância entre o local do incidente e a foz da microbacia no Rio Itapocu, o que representa uma distância adicional relevante para a definição de estratégias de contenção e resposta à contaminação

Tabela 8-2. Microbacias a montante da captação da ETA Central.

MICRO- BACIAS	COORDENADAS (UTM)		COMPRIMENTO DO TALVEGUE (m)	DISTÂNCIA DA FOZ ATÉ A CAPTAÇÃO (m)
	LONGITUDE	LATITUDE		
MB-01	688928.27 m E	7071480.87 m S	2.384,05	1.352,62
MB-02	688442.39 m E	7072334.60 m S	4.034,92	2.390,40
MB-03	688239.95 m E	7073357.63 m S	3.770,00	3.599,40
MB-04	687832.40 m E	7073451.92 m S	4.015,46	4.014,20
MB-05	687151.13 m E	7073511.94 m S	1.401,49	4.703,85
MB-06	686721.59 m E	7073416.10 m S	1.055,28	5.135,95
MB-07	686184.96 m E	7073219.53 m S	5.077,25	5.718,55
MB-08	685701.55 m E	7073125.04 m S	808,17	6.210,80
MB-09	685129.39 m E	7072957.71 m S	6.027,64	6.769,90
MB-10	683245.93 m E	7073506.35 m S	3.639,12	9.193,70
MB-11	682141.78 m E	7073953.93 m S	2.568,70	10.865,70
MB-12	680941.51 m E	7074933.99 m S	13.889,20	13.268,65
MB-13	680943.82 m E	7073967.04 m S	2.368,79	12.213,30
MB-14	681519.58 m E	7073616.96 m S	-	11.541,15
MB-15	682733.35 m E	7073510.26 m S	9.213,51	9.806,75
MB-16	683745.48 m E	7072700.32 m S	4.363,40	8.245,60
MB-17	685063.86 m E	7072894.43 m S	3.963,95	6.870,55
MB-18	685822.34 m E	7073092.63 m S	1.404,76	6.116,10
MB-19	686408.64 m E	7073230.63 m S	-	5.509,70
MB-20	687261.30 m E	7073473.42 m S	718,53	4.603,85
MB-21	687897.29 m E	7073364.33 m S	-	3.934,00
MB-22	688398.54 m E	7072220.53 m S	4.155,24	2.272,00
MB-23	688916.73 m E	7071082.20 m S	-	901,63

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

8.2.1.1 Mapeamento dos pontos de atenção nas rodovias e ferrovias

Visando a integração com os demais municípios que se delimitam com Jaraguá Sul, é de suma importância que ocorra um trabalho em conjunto entres estes municípios, frente a eventuais ocorrências emergenciais que possam trazer algum risco a população, decorrente de alguma contaminação junto aos mananciais utilizados para abastecimento de água.

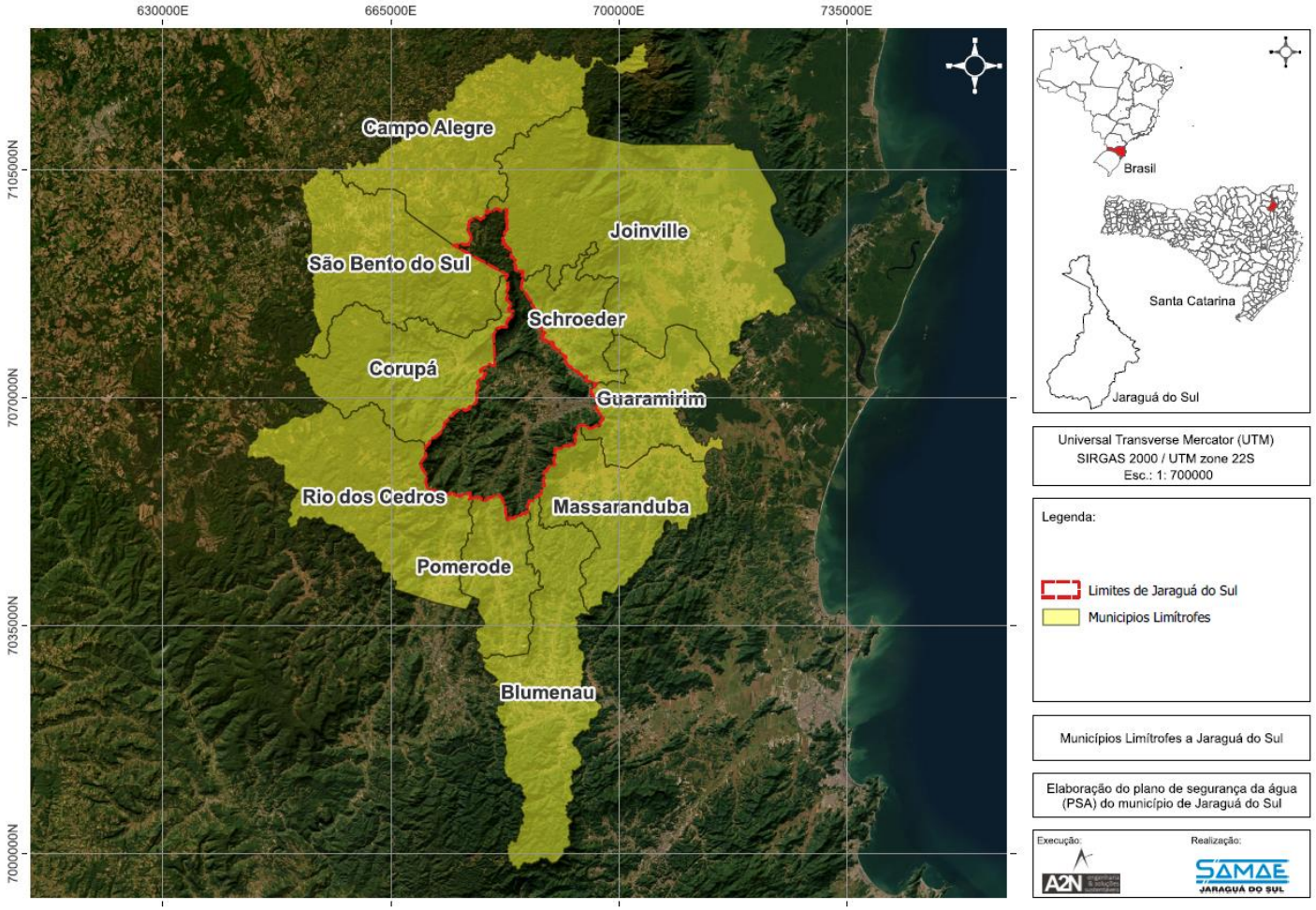
Além da colaboração entre os municípios vizinhos, é fundamental estabelecer protocolos padronizados de comunicação e resposta a emergências ambientais que possam impactar a qualidade da água.

A proximidade de rodovias e ferrovias com os mananciais de captação representa um risco significativo, uma vez que eventuais acidentes envolvendo derramamento de substâncias químicas ou combustíveis podem comprometer a integridade da água utilizada para abastecimento público. Dessa forma, a implementação de sistemas de alerta precoce, aliados a um plano de contingência bem estruturado, possibilita uma resposta rápida e eficaz para minimizar os impactos ambientais e garantir a segurança hídrica da população.

O mapeamento dos pontos críticos ao longo dessas vias deve levar em consideração fatores como a frequência de transporte de cargas perigosas, a proximidade com os corpos hídricos e as características geográficas da região onde a identificação dessas áreas permite a adoção de medidas preventivas.

O município de Jaraguá Sul, possui divisas com 10 outros municípios, sendo Campo Alegre, São Bento do Sul, Corupá, Rio dos Cedros, Pomerode, Blumenau, Massaranduba, Guaramirim, Schroeder e Joinville (Figura 8-4 e Apêndice XXIV).

Figura 8-4. Municípios limítrofes com Jaraguá do Sul/SC.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Conforme já citado anteriormente, as captações de água bruta no município de Jaraguá do Sul, ocorrem no Rio Itapocu (ETA Central) e no Rio Jaraguá (ETA Sul). No entanto, apenas o Rio Itapocú, sofre influência de outros municípios a montante da captação que abastece a ETA Central, sendo eles, o município de Corupá e o município de São Bento do Sul.

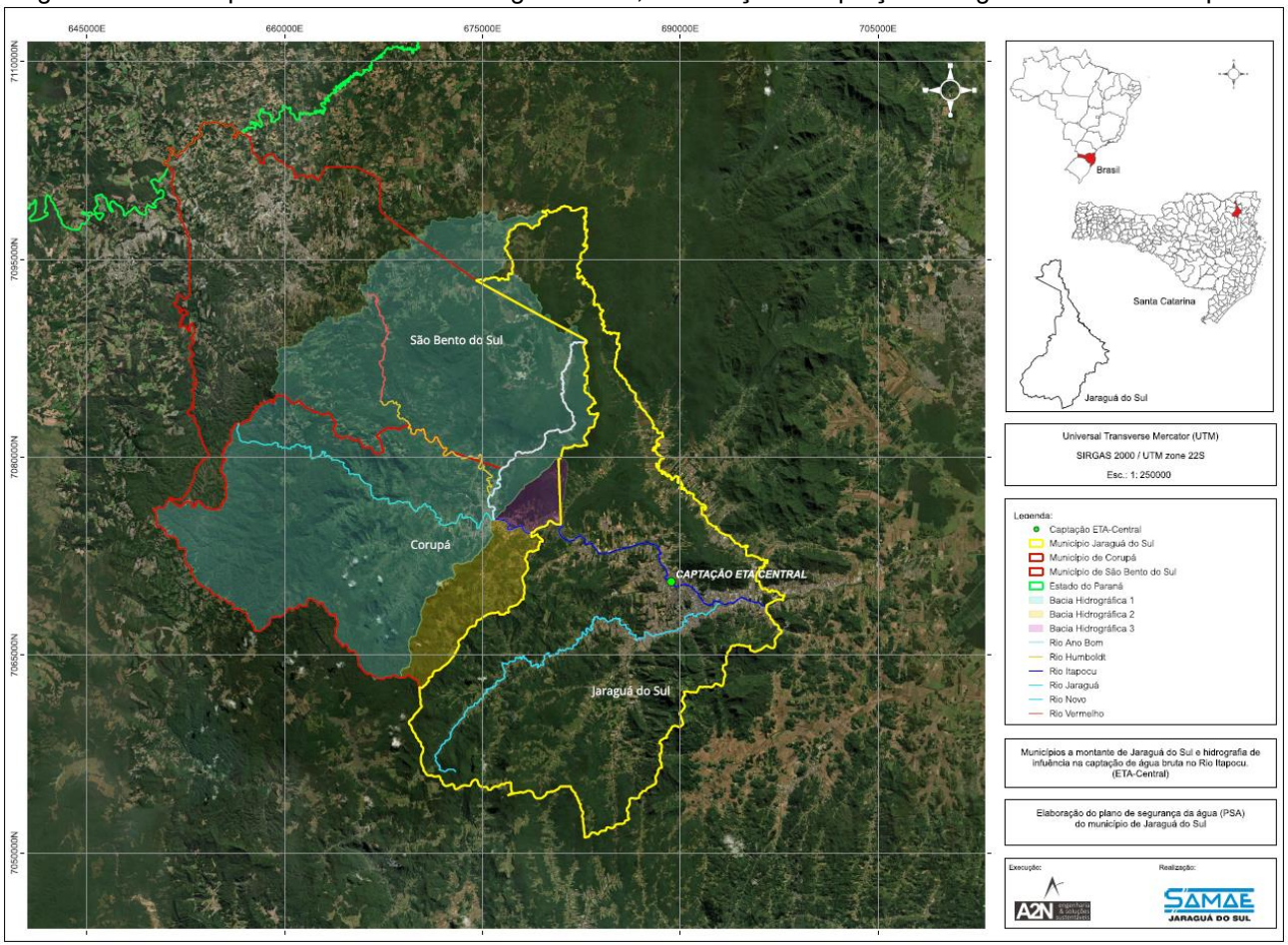
O Rio Jaraguá, responsável pelo abastecimento da ETA Sul, tem sua nascente dentro dos limites municipais de Jaraguá do Sul e não possui rodovias ou ferrovias estudais ou federais próximas a este corpo hídrico.

O Rio Itapocu, principal corpo hídrico responsável pelo abastecimento de água bruta do município de Jaraguá do Sul (ETA Central), é formado pela confluência do Rio Novo com o Rio Ano Bom, no município de Corupá. Em São Bento do Sul, destaca-se o Rio Vermelho, que, após se unir ao Arroio das Pacas, passa a ser denominado Rio Humboldt. A delimitação das bacias hidrográficas a montante da captação permite identificar com precisão os cursos d'água que efetivamente contribuem para a formação do Rio Itapocu e, por consequência, influenciam na qualidade da água captada. As áreas que não estão inseridas nas bacias hidrográficas delimitadas não exercem influência direta sobre o manancial em questão, conforme evidenciado na Figura 8-5

A qualidade da água captada no Rio Itapocu pode ser influenciada por diversas atividades desenvolvidas nos municípios a montante. O uso e ocupação do solo, incluindo áreas agrícolas, industriais e urbanas, podem contribuir para a introdução de poluentes no manancial, como sedimentos, nutrientes, produtos químicos e esgotos domésticos. A integração entre os municípios envolvidos, órgãos ambientais e a companhia de saneamento é crucial para garantir a eficácia das medidas adotadas e assegurar o fornecimento de água potável em quantidade e qualidade adequadas para os habitantes de Jaraguá do Sul.

Na sequência, temos a Figura 8-5 (Apêndice XXV) com o mapa ilustrando os limites municipais, principais mananciais e uma mancha da área da sub-bacia hidrográfica desta região, localizados a montante do município de Jaraguá do Sul.

Figura 8-5. Municípios a montante de Jaraguá do Sul, em relação a captação de água bruta no Rio Itapocu.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Diante das informações supracitadas, é evidente que o monitoramento contínuo dos mananciais que abastecem a captação da ETA Central de Jaraguá do Sul se torna um componente fundamental da gestão dos recursos hídricos e da segurança hídrica municipal. Como demonstrado no mapa, os corpos d'água que compõem a bacia do Rio Itapocu e seus afluentes são diretamente influenciados por fatores naturais e antrópicos, o que exige uma abordagem técnica e sistemática para garantir a qualidade e a disponibilidade da água.

Os rios localizados a montante da captação estão sujeitos a diversas pressões ambientais, como desmatamento, erosão, uso inadequado do solo, descargas de efluentes e variações climáticas. Sem um monitoramento eficaz, eventos como aumento de turbidez, variações de vazão e contaminação por poluentes podem comprometer a eficiência dos processos de tratamento na ETA, elevando os custos operacionais e impactando a segurança do abastecimento.

Além disso, a identificação das principais influências sobre os mananciais permite a adoção de estratégias preditivas, como modelagem hidrológica e sensores remotos para acompanhamento da qualidade da água em tempo real. Essas medidas garantem maior resiliência do sistema de abastecimento e permitem respostas rápidas a qualquer alteração na bacia hidrográfica.

Tendo em vista o intenso transporte de substâncias químicas ao longo das rodovias, entende-se que a ocorrência de possíveis acidentes ambientais envolvendo veículos de transporte de cargas potencialmente poluidoras se enquadra como um importante ponto de atenção neste PSA.

Desta forma, além do levantamento das áreas de risco especificamente dentro do município de Jaraguá do Sul, foram identificados os principais pontos de atenção junto a Rodovia BR-280 e também junto a Linha Ferroviária, posicionadas a montante do município de Jaraguá do Sul, em relação a captação de água bruta da ETA Central, que apresentam maior vulnerabilidade a acidentes ambientais considerando fatores como o volume de tráfego de veículos de carga, a proximidade com os mananciais e as características topográficas da região.

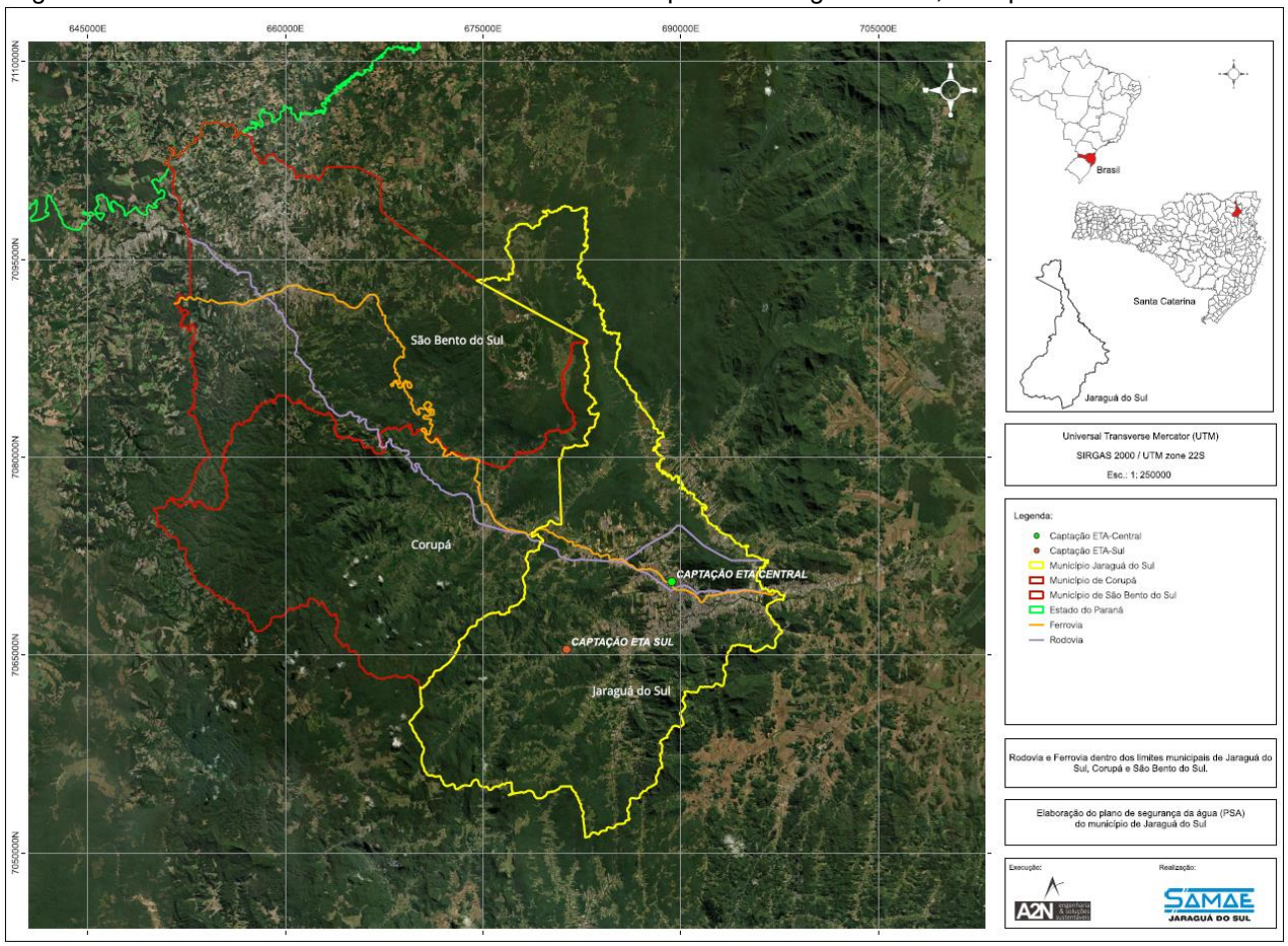
Esses trechos críticos foram mapeados conforme seu potencial de impacto sobre a qualidade da água, permitindo o estudo de viabilidade de ações preventivas e protocolos de resposta rápida em caso de derramamento de substâncias químicas.

Deste modo, a identificação dessas áreas permite a adoção de medidas preventivas, como a construção de bacias de contenção em locais estratégicos, a instalação de sinalização específica para orientar condutores e a realização de inspeções regulares para identificar possíveis fragilidades na infraestrutura. Além disso, a capacitação das equipes de emergência dos municípios envolvidos é essencial para assegurar que os protocolos de resposta sejam executados de maneira eficiente e coordenada.

Outra ação importante é o fortalecimento da fiscalização ambiental e rodoviária, garantindo que as empresas responsáveis pelo transporte de substâncias perigosas cumpram rigorosamente as normas de segurança. O monitoramento contínuo da qualidade da água nos pontos de captação e em trechos estratégicos ao longo dos rios possibilita a detecção precoce de alterações nos padrões de potabilidade, permitindo a adoção de medidas corretivas antes que a população seja impactada. A parceria entre os setores público e privado, bem como a conscientização da sociedade sobre a importância da preservação dos recursos hídricos, contribuem para a construção de uma gestão mais eficiente e sustentável da água no município de Jaraguá do Sul.

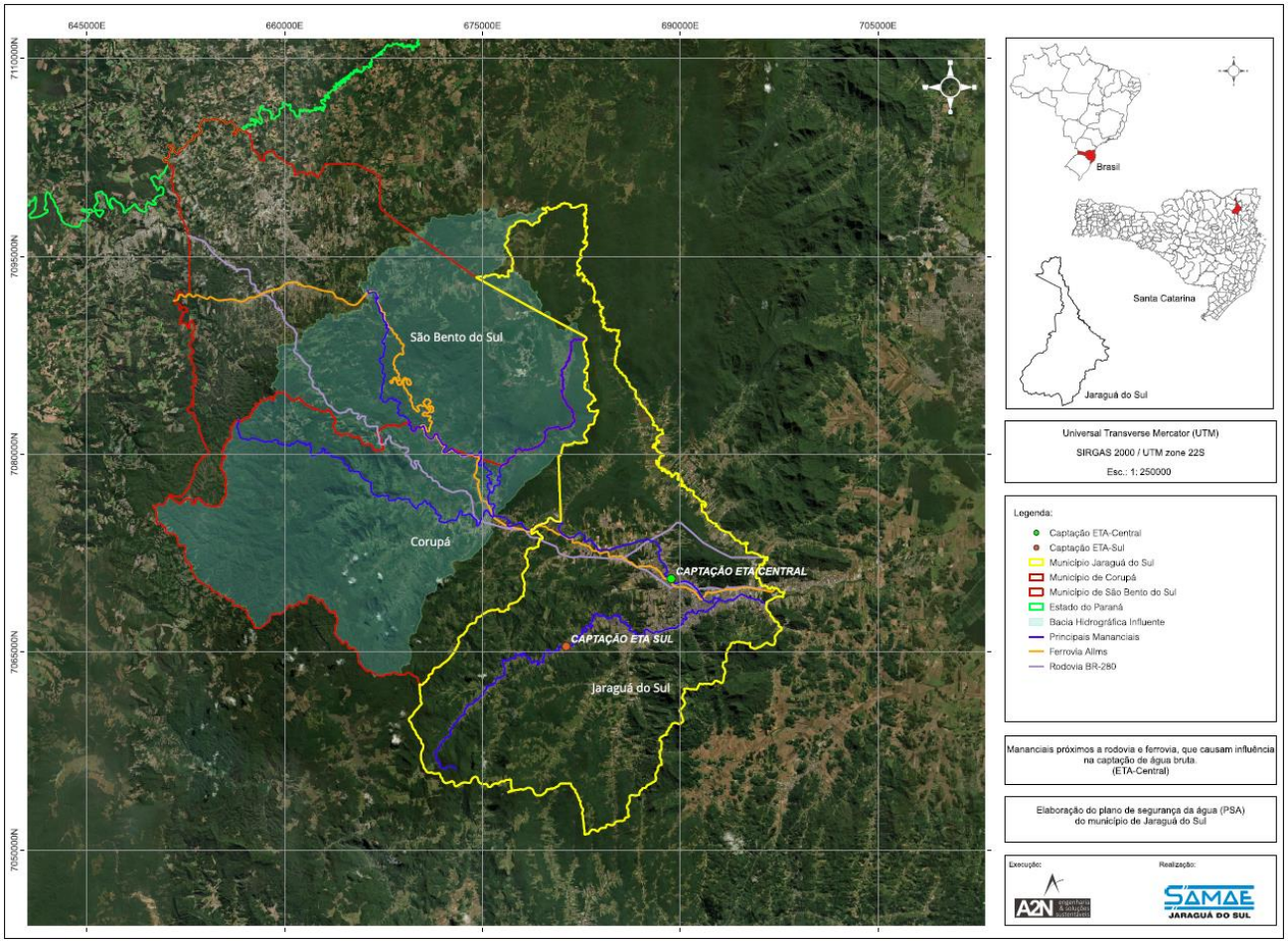
Na sequência, temos os mapas gerados destas áreas de riscos, onde será possível a identificação rápida dos pontos que possam trazer maior risco de contaminação dos mananciais e por fim, prejudicar o abastecimento público a jusante (Figura 8-6, Figura 8-7, Figura 8-8 e Figura 8-9, Apêndice XXVI, XXVII, XXVIII e XXIX).

Figura 8-6. Rodovia e Ferrovia dentro dos limites municipais de Jaraguá do Sul, Corupá e São Bento do Sul.



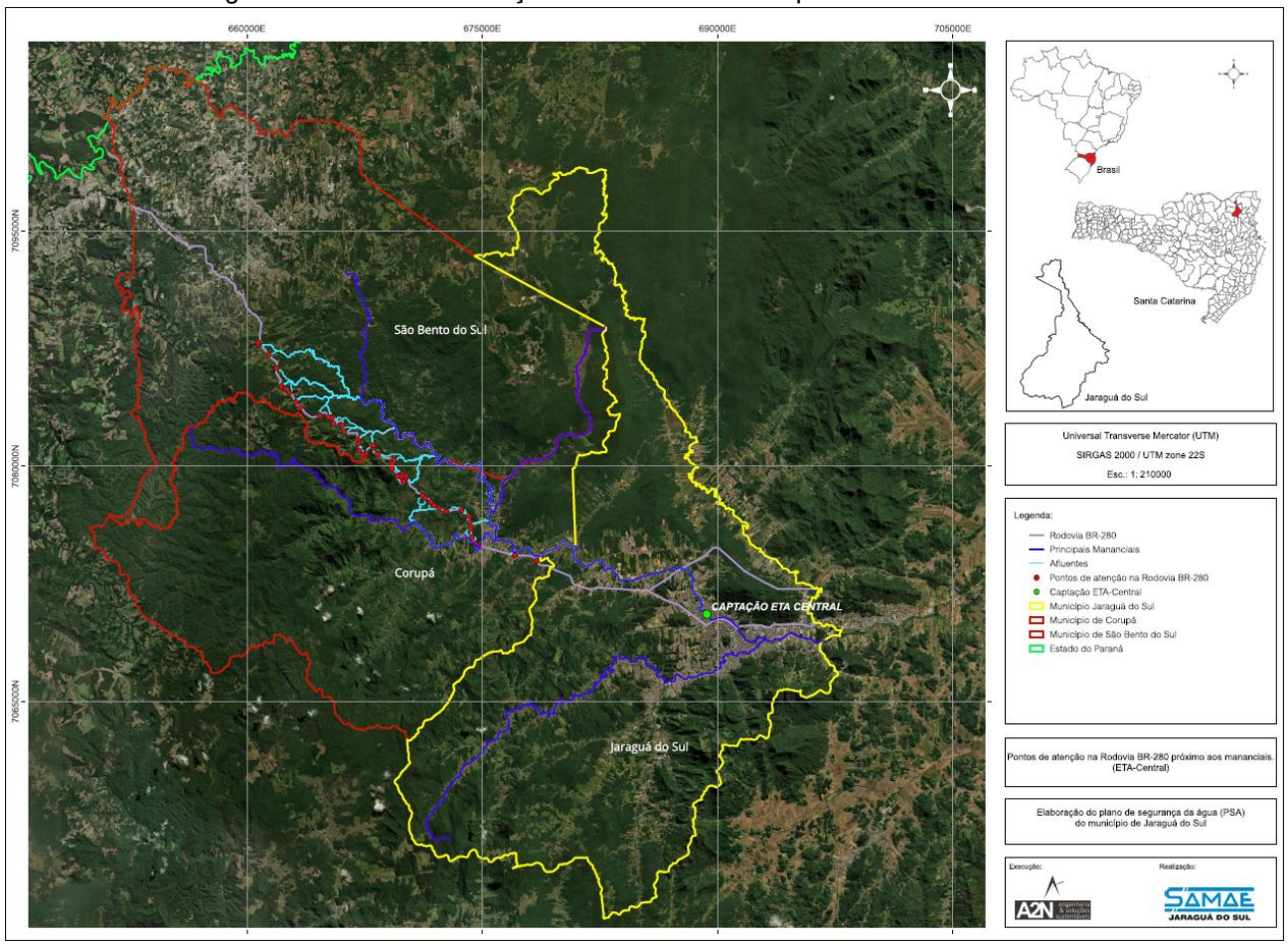
Fonte. A2N Engenharia, 2025.

Figura 8-7. Mananciais próximos a rodovia e ferrovia.



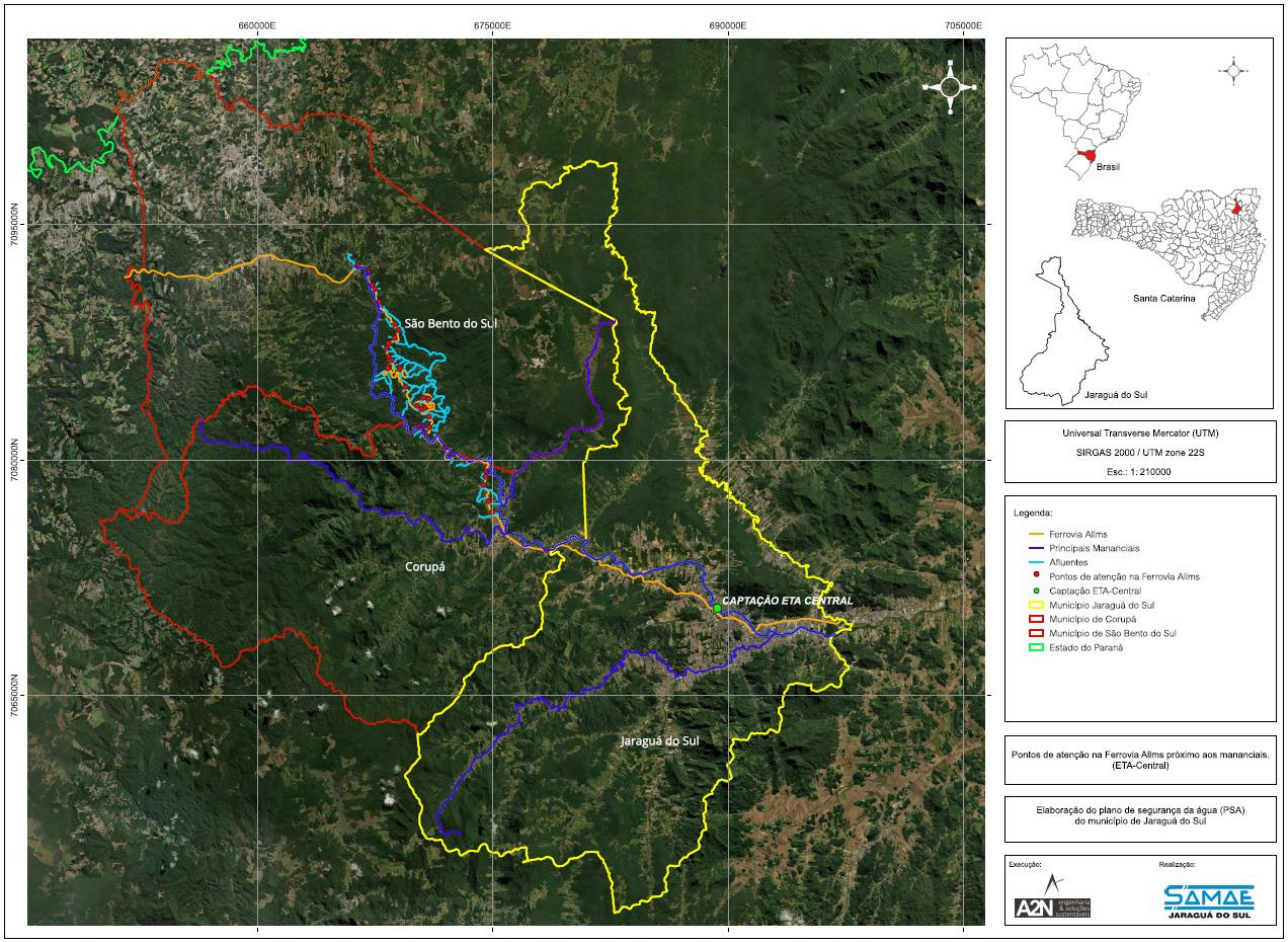
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 8-8. Pontos de atenção na Rodovia BR-280 próximo aos mananciais.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 8-9. Pontos de atenção na Ferrovia próximo aos mananciais.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

8.2.1.2 Protocolo padronizado de comunicação e resposta

Diante da importância deste tema, conforme supracitado anteriormente, é evidente a necessidade de criação de um protocolo padronizado de comunicação e resposta a emergência ambientais nos mananciais a montante da captação da ETA Central do município de Jaraguá do Sul, pois ele será essencial para garantir a rápida e eficiente atuação dos órgãos responsáveis diante de possíveis contaminações químicas e biológicas nos mananciais.

O objetivo do protocolo é estabelecer diretrizes para a comunicação e respostas coordenadas a incidentes ambientais envolvendo contaminação química e biológica dos mananciais que abastecem a ETA Central de Jaraguá do Sul, garantindo uma ação eficiente entre os municípios de Corupá, São Bento do Sul e Jaraguá do Sul, visando a proteção da qualidade da água e da saúde pública.

8.2.1.2.1 Abrangência

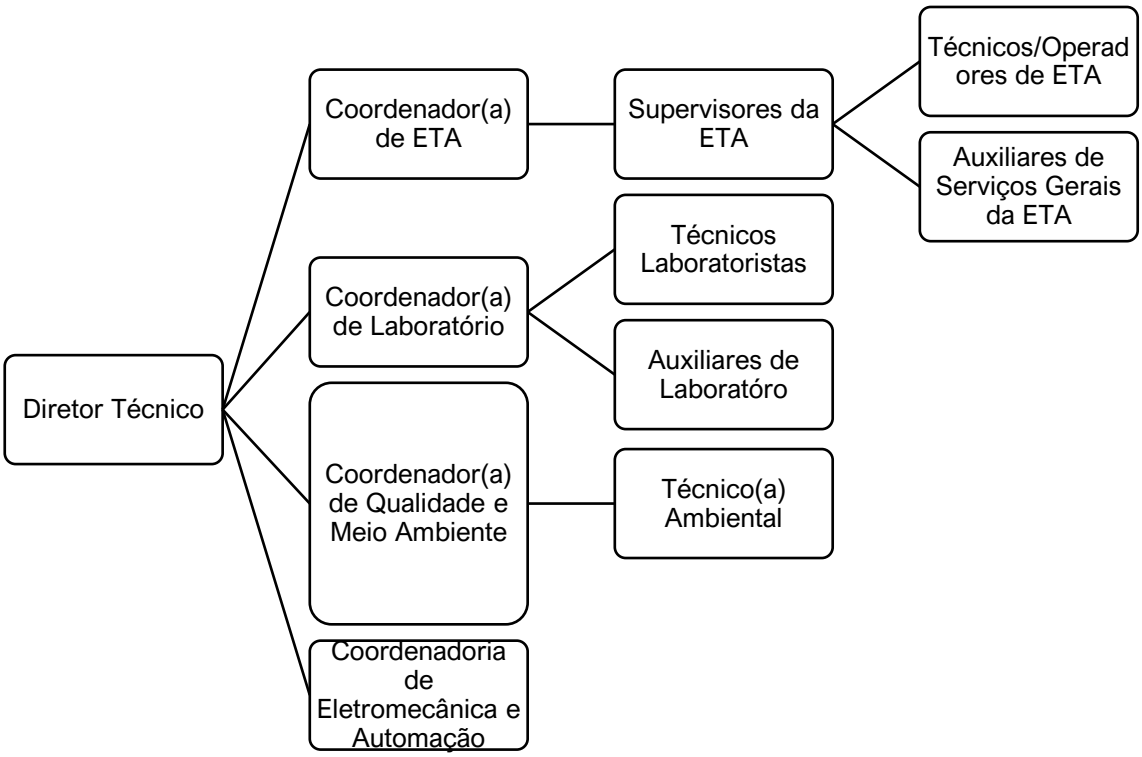
Este protocolo se aplica estritamente ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Jaraguá do Sul e, posteriormente, para sua efetiva aplicação, se estendendo para os outros órgãos responsáveis pela gestão de emergências ambientais nos municípios de Jaraguá do Sul, Corupá e São Bento do Sul, de acordo com a necessidade diante da emergência constatada, incluindo:

- Corpo de Bombeiros;
- Defesas Civis: Jaraguá do Sul, Corupá, São Bento do Sul e Regional;
- Companhia de Saneamento e Tratamento de Água de cidades pertencentes a bacia hidrográfica do Rio Itapocú;
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente;
- Polícia Ambiental;
- Órgãos de fiscalização ambiental e/ou Vigilância Sanitária municipais e estaduais;
- Empresas transportadoras de produtos químicos;
- Demais entidades envolvidas na gestão dos recursos hídricos.

8.2.1.2.2 Procedimentos de resposta

I. EQUIPE TÉCNICA

A Equipe Técnica da Autarquia atuante na Emergência e Contingência será formada pelos representantes relacionados no organograma abaixo, na qual, cada um desses possuirá responsabilidades conforme cada etapa do procedimento de resposta. Cabe enfatizar, que na ausência de um dos integrantes da equipe, a posição hierárquica diretamente superior deverá assumir a responsabilidade naquele momento.



II. DETECÇÃO E ACIONAMENTO

Primeiramente será necessário que o SAMAE seja informado imediatamente pelos órgãos competentes que estarão atuando diante de um eventual acidente com carga perigosa, ocorrido dentro dos limites municipais de Jaraguá do Sul, Corupá e São Bento do Sul. A comunicação também poderá ser feita pela população destes municípios por meio de relatos ou notificações encaminhadas ao SAMAE.

III. AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO

Após o recebimento da informação do acidente pelo SAMAE, o **Coordenador responsável pelas etapas do tratamento de água**, fará uma análise rápida do local via satélite (*Software Google Earth*) em conjunto com os mapas gerados dos mananciais para verificar se o local onde ocorrera o acidente, terá impacto direto na captação da água bruta junto a ETA Central ou ETA Sul.

Caso o local seja identificado como uma possível fonte de contaminação do manancial com reflexo na captação da água bruta junto a ETA Central ou ETA Sul, a equipe técnica do SAMAE realizará a vistoria *in loco* do acidente, imediatamente após a constatação. Ressalta-se que se não for constatado que o local trará impactos junto a ETA Central ou ETA Sul, o SAMAE poderá acionar o município a jusante do incidente, contribuindo para que este município possa tomar suas devidas providências, se necessário.

IV. VISTORIA NO LOCAL PARA CLASSIFICAÇÃO DA EMERGÊNCIA

Equipe técnica do SAMAE, **representados pelo Coordenado de ETA e de Laboratórios,** realizará vistoria no local do incidente para:

- Tentativa de identificação da substância contaminante (química ou biológica);
- Avaliação do raio de alcance do impacto no manancial;
- Avaliar o risco para a captação da água bruta que abastece o município atingido;
- Classificação da emergência conforme os critérios descritos na sequência.

V. CLASSIFICAÇÃO DAS EMERGÊNCIAS

As emergências ambientais serão classificadas em três níveis:

- **Nível 1 (Baixo Impacto):** Pequenos derramamentos ou fontes de contaminação biológica localizadas, sem risco imediato à captação da água bruta.
- **Nível 2 (Médio Impacto):** Contaminação de maior extensão ou de produtos com potencial de impacto moderado na qualidade da água, exigindo medidas de contenção e monitoramento intensificado.
- **Nível 3 (Alto Impacto):** Derramamentos de grande porte ou contaminações biológicas significativas que podem comprometer o abastecimento de água, demandando ação emergencial imediata e possível suspensão da captação.

VI. MEDIDAS DE RESPOSTA POR NÍVEL DE EMERGÊNCIA

Com base na gravidade e nos impactos potenciais de um evento de contaminação hídrica, foram estabelecidas medidas de resposta organizadas por níveis de emergência. Cada nível contempla ações específicas, proporcionais ao risco identificado, visando minimizar os danos à saúde pública e garantir a continuidade do abastecimento de água com segurança. A seguir, são apresentadas as medidas correspondentes aos níveis 1, 2 e 3 de emergência:

- **Nível 1**
  - Contenção da contaminação na fonte;
  - Monitoramento intensificado dos parâmetros da água.

- **Nível 2:**
  - Adoção de barreiras de contenção na margem do rio;
  - Aumento da frequência de coletas e análises laboratoriais;
  - Comunicação à ETA para possível ajuste nos processos de tratamento;
  - Mobilização de equipes para remoção de resíduos contaminantes.

- **Nível 3:**

- Suspensão preventiva da captação, se necessário.
- Acionamento imediato de equipes especializadas para descontaminação;
- Ativação de fontes alternativas de abastecimento de água, quando disponível;
- Emissão de alerta para a população, orientando sobre restrições no consumo de água;
- Mobilização de recursos estaduais e federais para apoio emergencial.

VII. COMUNICAÇÃO OFICIAL

Em caso de risco à população, divulgação imediata de comunicados via:

- Rádio, televisão e redes sociais oficiais;
- Aplicativos de alerta de emergência;
- Reuniões comunitárias e avisos por meio das prefeituras locais.

VIII. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Monitoramento contínuo da qualidade da água em pontos estratégicos da bacia hidrográfica;
- Treinamento periódico das equipes de emergência do SAMAE;
- Simulados anuais para testar a efetividade do protocolo;
- Campanhas educativas para conscientização da população e empresas sobre os riscos de contaminação da água.

IX. RESPONSABILIDADES

A tabela a seguir, destacam as responsabilidades de cada órgão perante a ocorrência de um acidente dentro dos parâmetros elencados neste PEC, em relação a uma possível contaminação de um manancial.

Tabela 8-3. Responsabilidade dos órgãos competentes diante de uma emergência.

ÓRGÃO RESPONSÁVEL	ATRIBUIÇÕES
Corpo de Bombeiros	Comunicação imediata para junto a Companhia de Saneamento dos municípios de Jaraguá do Sul, Corupá e São Bento do Sul. Contenção de vazamentos químicos e remoção de substâncias perigosas.
Defesa Civil	Coordenação geral da resposta e comunicação emergencial.
SAMAE de Jaraguá do Sul	Monitoramento e controle da qualidade da água, avaliação de impacto na captação.
IMA ou FUJAMA	Avaliação dos impactos ambientais e medidas de recuperação.
Transportadoras e Indústrias	Comunicação imediata de incidentes envolvendo produtos perigosos.
População	Denúncia de atividades suspeitas ou acidentes ambientais.

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

X. REVISÃO DO PROTOCOLO

O presente protocolo será revisado anualmente e atualizado conforme necessário, levando em consideração novas tecnologias de monitoramento, alterações na legislação ambiental e os aprendizados obtidos em simulações e ocorrências reais.

A seguir, apresenta-se a Tabela 8-4. Tabela Cronológica de Procedimentos – Resposta a Acidentes com Carga Perigosa de procedimentos organizados em ordem cronológica, conforme o protocolo estabelecido, com o objetivo de facilitar a visualização das ações necessárias em casos de acidentes envolvendo cargas perigosas com potencial de impacto sobre os mananciais de abastecimento

Tabela 8-4. Tabela Cronológica de Procedimentos – Resposta a Acidentes com Carga Perigosa

ETAPA	PROCEDIMENTO	RESPONSÁVEL	OBJETIVO/FUNÇÃO
1	Detecção e Acionamento – Recebimento de comunicação por órgãos competentes ou população	Órgãos externos / População / SAMAE	Informar o SAMAE sobre o acidente e possibilitar resposta rápida
2	Avaliação Inicial via Satélite e Mapas dos Mananciais	Equipe Técnica do SAMAE	Verificar possibilidade de impacto na captação da ETA Central ou ETA Sul
3	Vistoria in loco do local do acidente	Equipe Técnica do SAMAE	Confirmar se há risco à captação e iniciar classificação de risco
4	Classificação da Emergência Ambiental (Nível 1, 2 ou 3)	Equipe Técnica do SAMAE	Estabelecer a gravidade da emergência para definir medidas de resposta
5	Ação Conforme Nível de Emergência	SAMAE / Equipes de resposta	Aplicar medidas proporcionais ao risco identificado
6	Comunicação Oficial à População e Autoridades	SAMAE / Prefeituras	Informar com transparência sobre riscos e medidas preventivas

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

8.2.2 ETA CENTRAL

Com o objetivo de facilitar a identificação de pontos vulneráveis, eventos adversos e os procedimentos a serem adotados quando necessário, foi elaborada uma tabela contendo todas essas informações, apresentada na sequência.

Tabela 8-5. Tabela 6. Plano de Emergência / Contingência – ETA Central.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
Contaminação Acidental (Agente Externo)	Mananciais de Abastecimento Captação ETA Central	Equipe Técnica (Comitê de Respostas)	**1.** Após constatada a possível contaminação acidental, reunir-se em Comitê de Respostas, a fim de, auxiliar nos procedimentos e ações que serão discorridas abaixo; **2.** Esse Comitê de Respostas deverá ser montada presencialmente na Autarquia e haver a presença mínima do Diretor Técnico, Coordenador da ETA, Coordenador de Laboratório e Técnica Ambiental, independente de dias e horários. Demais membros poderão ser convocados conforme a necessidade e evolução do evento; **3.** A posição hierárquica superior pode convocar ou dispensar membros de suas equipes conforme critérios discutidos na Comissão de Crise; **4.** Poderão ser convocadas outras Coordenadorias e Setores da Autarquia conforme a evolução dos eventos; **5.** Após receber a comunicação da contaminação acidental de forma externa a Autarquia (Bombeiros,

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			Defesa Civil, dentre outros) ou interna (Supervisão da ETA e/ou Equipe de Operação), comunicar imediatamente os órgãos ambientais, vigilância sanitária, defesa civil e outras instâncias reguladoras, conforme a legislação local; **6.** Em caso de contaminações que não possam ser perceptíveis visualmente ou captadas pelas análises básicas da operação diária, convocar a Coordenadoria de Laboratório e buscar a solução para determinação da necessidade da parada da estação, bem como, quando poderá ser religado; **7.** Elaborar plano de ações e auxiliar na sua aplicação para contingência do evento; **8.** Promover a comunicação direta com a Equipe de Operação, auxiliando na orientação da condução do evento, desligamento e religamento da Estação e esclarecimento de dúvidas que puderem surgir no processo; **9.** Discutir as ações e repassar as informações para a Direção Técnica para desenvolvimento de protocolo de emissão de comunicados à população, por paradas no tratamento e possíveis interrupções no fornecimento de água; **10.** Realizar a comunicação com as autoridades envolvidas conforme a evolução do evento;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			11. Providenciar junto aos setores responsáveis o abastecimento de locais de maior criticidade, tais como, hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros. Poderá ser utilizada a ETA Sul como fonte primária no caso de contaminação do manancial da ETA Central.
		Técnico/Operador da ETA	**1. Quando não há aviso prévio:** Se percebidas contaminações visíveis na captação de água, tais como manchas de óleo ou elevada quantidade de espuma, parar a captação e comunicar imediatamente ao Supervisor e/ou Coordenador da ETA; Se percebidas mudanças abruptas e injustificáveis no tratamento de água, tais como, observância de dificuldades no teste de jarros e na planta nos processos de coagulação e floculação, sem a ocorrência de falhas em dosadoras ou outras justificativas dentro do processo operacional comum, parar a captação e contatar imediatamente a Supervisão ou Coordenação da ETA. **2. Em caso de aviso prévio:** Seguir as orientações repassadas pela Supervisão ou Coordenação da ETA. Em caso de manter a estação ligada, acompanhar visualmente o rio e realizar frequentes análises de alcalinidade e pH. O intervalo entre cada análise deverá ser conforme estipulado pelo Supervisor Responsável pelo turno ou

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			pelo Coordenador da ETA e não deverá ser superior à 20 minutos entre análises. **3.** Em caso de parada da estação, realizar o monitoramento frequente dos níveis dos reservatórios e comunicar aos Supervisores e/ou Coordenador para tomada de ações.
		Supervisores da ETA	**1. Quando não há aviso prévio** Assim que recebida a comunicação realizada pela Equipe de Operação da ETA, comunicar à Coordenação para que seja iniciado o procolo de comunicação com os demais membros da Equipe Técnica e tomadas as medidas quanto ao possível desabastecimento. **2. Em caso de aviso prévio:** Após recebida a comunicação da ocorrência da contaminação acidental, seguir as orientações repassadas pelos representantes da Equipe Técnica, orientando a Equipe de Operação da ETA, em relação ao momento de desligar a estação e nos acompanhamentos analíticos necessários, especialmente definindo periodicidade de análises de pH e alcalinidade do corpo hídrico, não sendo intervalo superior a 20 min entre análises. **OBS:** a Equipe Técnica auxiliará também na decisão pelo momento de desligar a captação, especialmente se não for algo visível, como óleo na captação ou perceptível na

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			realização das análises padrões (pH, alcalinidade, condutividades, dentre outros). **3.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e, dentro da necessidade, solicitar à Coordenadoria de Controle de Perdas a realização de manobras de rede para mitigação dos impactos do desabastecimento. **4.** Após receber a informação sobre a contaminação e realizar as devidas instruções à Equipe de Operação, colocar a lona de proteção e as contenções de hidrocarbonetos nas proximidades da balsa de captação de água para reter a contaminação. **OBS:** A lona e as contenções para retenção de óleo estão guardadas no almoxarifado do pré sedimentador da ETA Central. **5.** Se a contaminação atingir o pré-sedimentador, calha *Parshal*l, floculadores, decantadores e filtros da ETA, descartar o volume de água deles e providenciar a limpeza e/ou descontaminação. **6.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e, dentro da necessidade, solicitar à Coordenadoria de Controle de Perdas a realização de manobras de rede para mitigação dos impactos do desabastecimento.
		Coordenadoria de Laboratórios	**1.** Quando necessário, será convocada pela Equipe Técnica, para auxiliar na formulação de planos

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			analíticos, realizações de coletas e análises para monitoramento do corpo hídrico durante o evento.
		Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Comitê de Respostas; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
		Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
Enchente do Rio (Cheia do Rio Itapocú)	Captação ETA Central	Coordenação e Supervisão ETA	**Medidas preventivas (quando há comunicações de fortes chuvas)** **1.** Acompanhar boletins do tempo disponíveis no site da Defesa Civil do Estado de Santa Catarina; **2.** Adiantar as ações de contingência que foram possíveis, tais como, fechamento do vertedor e registros das contenções do tanque de contato; **3.** Efetuar testes extras dos equipamentos de drenagem das salas de bombas, tais como, bombas, registros; **4.** Efetuar testes extras das cordas e cabos de aço das balsas da captação. Se necessário, realizar a substituição delas.
		Técnicos/Operadores de ETA	**1.** Quando o nível do rio atingir nível de 2,5 m, comunicar o supervisor e/ou coordenador da ETA por telefone; **2.** Após o supervisor chegar na ETA, caso necessário, auxiliar para manobrar as cordas das balsas para que ela fique com o corpo inferior completamente dentro da água; **3.** Realizar monitoramento constante dos níveis dos reservatórios e comunicar o comportamento durante o evento.
		Supervisores de ETA e Coordenação da ETA	**1.** Após o supervisor chegar na ETA, caso necessário, manobrar as cordas das balsas para que ela fique com o corpo inferior completamente dentro da água;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			2. Quando o nível do rio ultrapassar a altura do enrocamento externo (aproximadamente 3,0 m), recolher a Balsa 01 e manter em operação apenas a Balsa 02. **3.** Quando o nível do rio atingir 4,0 m, interromper a captação de água e recolher a Balsa 02; **4.** Quando o nível do rio atingir 4,0 m, abrir a descarga de fundo do tanque de equalização de efluentes (tanque quadrado) durante a enchente. **5.** Informar a Coordenação da ETA para avaliação da necessidade de comunicação à população sobre possíveis interrupções no fornecimento de água **OBS:** Caso seja necessária a utilização de caminhão Munck, entrar em contato com a empresa responsável pelo serviço e solicitar o atendimento imediato.
	Porão de Contato	Supervisores de ETA	**1.** Fechar o registro de descarga da mureta de contenção de enchente. O qual fica aberto para esgotar a água da chuva; **2.** Fechar o ladrão do porão de contato, utilizando bloqueador disponível no almoxarifado da ETA; **3.** Fechar o registro da tubulação de esgotamento que passa dentro da área de contenção do porão de contato; **4.** Realizar monitoramentos constantes.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Sala de Bombas (R1, R2, R3, R4 e R6)	Supervisores de ETA	1. Fechar a tubulação de descarga de drenagem de água da sala de bombas de recalque utilizando bloqueador disponível no almoxarifado da ETA Central. 2. Verificar se a bomba de drenagem deste local está funcionando. Caso a bomba não acione ou não funcione, contatar imediatamente a manutenção eletromecânica; 3. Caso as medidas anteriores não tenham surtido efeito, entrar em contato com o plantão e/ou coordenador da manutenção para efetuar o desligamento da energia elétrica na sala de bombas e remoção dos motores; 4. Conforme a evolução do evento e as previsões do tempo, avaliar junto a Coordenadoria de Eletromecânica e Automação e a Equipe Técnica do Plano de Contingência a necessidade de remoção dos motores. Nesse caso, solicitar o apoio de caminhão Munck conforme contrato de serviços da Autarquia.
	Sala de Bombas (R5)	Supervisores de ETA	**1.** Confirmar o acionamento da bomba de drenagem da sala de bombas do R5.
	Acompanhamento dos níveis dos reservatórios e realização de manobras	Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Diretor Técnico;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			2. Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
	Comunicação	Diretor Técnico	**3.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.
Secas intensas	Captação ETA Central	Coordenadoria e Supervisão da ETA	**1.** Realizar manobras para atendimento de atividades essenciais; **2.** Acionamento dos meios de comunicação para aviso à população de racionamento.
Vazamento de Produto Químico	Ações Preventivas	Supervisão da ETA	**1.** Realizar, delegar e supervisionar a verificação semanal de itens de segurança correlacionados com eventos de vazamentos de produtos químicos: a. Verificação do funcionamento do lavador de gases utilizado no sistema de cloro gás; b. Verificação do funcionamento de válvulas de descarga das contenções de produtos químicos; c. Verificação dos chuveiros lava-olhos;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			d. Verificação estrutural e de segurança dos tanques de produtos químicos, observando a presença de infiltrações, rachaduras ou danos em acessórios.
	Sala de Cloro Gás	Técnicos em Operação/Operadores e Supervisores de ETA	**1.** Quando ocorrer um vazamento na sala do cloro gás, a sirene de alerta e o sistema de exaustão são acionados através de um dispositivo detector de vazamento; **2.** Logo após a detecção do vazamento, informar imediatamente a Supervisão da ETA; **3.** Com o auxílio do sistema autônomo de ar respirável, verificar a gravidade do vazamento e, se possível, aplicar o kit de emergência para sanar o mesmo. Fechar o registro ou a válvula de segurança do cilindro do cloro gás com vazamento, utilizando a ferramenta necessária para o momento. O sistema autônomo de ar respirável encontra-se guardado no armário que fica dentro da sala de preparo de polímero. As ferramentas e materiais de uso no sistema do cloro gás encontram-se guardados na caixa kit de emergência do cloro gás, junto aos cilindros do cloro gás;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			4. Não sendo possível conter o vazamento de cloro gás, dirigir-se a um local seguro e entrar em contato com os Bombeiros (193), Defesa Civil (199) e Polícia Militar (190). Em seguida comunicar o supervisor da ETA por telefone e informar o ocorrido; **5.** Em caso de vazamento de grandes proporções, evacuar a área alertando as pessoas para o perigo de intoxicação. **OBS.: não jogar água diretamente no vazamento, pois o produto reage com água, produzindo ácido clorídrico.**
	Armazenamento de Coagulante	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Em caso de vazamento do coagulante, se possível, parar ou estancar o vazamento, isolar o local e verificar se o registro da descarga da contenção está fechado; **2.** Comunicar o supervisor da ETA sobre o ocorrido.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**1.** Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; **2.** Providenciar o remanejamento do coagulante para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar teste de eficiência no produto derramado na contenção, se apresentar resultados satisfatórios, o produto pode ser devolvido ao tanque para ser utilizado posteriormente; **3.** Aplicar material absorvente (areia ou argila), transferir com pá o líquido restante e o material absorvente para tanques e tambores; **4.** Após absorvido pelo material absorvente e apropriadamente acondicionado, todo material deve ser encaminhado para aterro industrial; **5.** Caso não for possível utilizar a parcela líquida coletada, providenciar a destinação adequada **6.** Após a recuperação, neutralizar a área com cal virgem; **7.** Lavar a área da contenção com jato de água, descartar a água de lavação para o tanque de equalização de efluentes, juntamente com uma descarga de fundo do decantador e fechar o registro da descarga.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.
	Armazenamento de Hidróxido de Cálcio	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Em caso de vazamento do hidróxido de cálcio, se possível, parar ou estancar o vazamento, isolar o local e verificar se o registro da descarga da contenção está fechado; **2.** Comunicar o supervisor da ETA sobre o ocorrido.
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**1.** Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; **2.** Providenciar o remanejamento do hidróxido de cálcio para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar testes de qualidade e eficiência; **3.** Diluir o restante do hidróxido de cálcio da contenção com água na quantidade necessária, fazendo o uso de EPI necessário para a execução desta tarefa; **4.** Com a diluição do restante do hidróxido de cálcio, proceder o descarte para o tanque de equalização de efluentes, juntamente com uma descarga de fundo de decantador;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			5. Lavar a área da contenção com jato de água, descartar a água de lavação para o tanque de equalização de efluentes, juntamente com uma descarga de fundo do decantador e fechar o registro da descarga.
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.
	Armazenamento de Hipoclorito de Sódio	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Em caso de vazamento de hipoclorito de sódio, se possível, parar ou estancar o vazamento com o uso de equipamentos de proteção individual. Isolar o local e verificar se o registro da descarga da contenção está fechado; **2.** Comunicar o supervisor da ETA sobre o ocorrido.
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA	1. Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Técnicos em Operação de ETA	segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; 2. Providenciar o remanejamento do hipoclorito de sódio para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar teste de eficiência no produto derramado na contenção, se apresentar resultados satisfatórios, o produto poderá ser utilizado em limpezas; 3. Aplicar material absorvente (areia ou argila), transferir com pá o líquido restante e o material absorvente para tanques e tambores; 4. Após absorvido pelo material absorvente e apropriadamente acondicionado, todo material deve ser encaminhado para aterro industrial; 5. Caso não for possível utilizar a parcela líquida coletada, providenciar a destinação adequada; 6. Após a recuperação, neutralizar a área com cal virgem; 7. Lavar a área da contenção com jato de água, descartar a água de lavação para o tanque de equalização de efluentes, juntamente com uma descarga de fundo do decantador e fechar o registro da descarga.
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			2. Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.
	Vazamento de Ácido Fluossilícico	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Em caso de vazamento de ácido fluossilícico, se possível, parar ou estancar o vazamento com o uso de equipamentos de proteção individual. Isolar o local e verificar se o registro da descarga da contenção está fechado; **2.** Comunicar o supervisor da ETA sobre o ocorrido.
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**1.** Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; **2.** Providenciar o remanejamento do ácido fluossilícico para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar teste de eficiência e qualidade no produto derramado na contenção, se apresentar resultados satisfatórios, o produto poderá ser reutilizado; **3.** Aplicar material absorvente (areia ou argila), transferir com pá o líquido restante e o material absorvente para tanques e tambores; **4.** Após absorvido pelo material absorvente e apropriadamente acondicionado, todo material deve ser encaminhado para aterro industrial;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			5. Caso não for possível utilizar a parcela líquida coletada, providenciar a destinação adequada; **6.** Após a recuperação, neutralizar a área com cal virgem; **7.** Lavar a área da contenção com jato de água, descartar a água de lavação para o tanque de equalização de efluentes, juntamente com uma descarga de fundo do decantador e fechar o registro da descarga.
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.
	Armazenamento de Ortopolifosfato de Sódio	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Em caso de vazamento de ácido fluossilícico, se possível, parar ou estancar o vazamento com o uso de equipamentos de proteção individual. Isolar o local e verificar se o registro da descarga da contenção está fechado; **2.** Comunicar o supervisor da ETA sobre o ocorrido.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**1.** Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; **2.** Providenciar o remanejamento do ortopolifosfato para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar teste de eficiência e qualidade no produto derramado na contenção, se apresentar resultados satisfatórios, o produto poderá ser reutilizado; **3.** Aplicar material absorvente (areia ou argila), transferir com pá o líquido restante e o material absorvente para tanques e tambores; **4.** Após absorvido pelo material absorvente e apropriadamente acondicionado, todo material deve ser encaminhado para aterro industrial; **5.** Caso não for possível utilizar a parcela líquida coletada, providenciar a destinação adequada; **6.** Após a recuperação, neutralizar a área com cal virgem; **7.** Lavar a área da contenção com jato de água, descartar a água de lavação para o tanque de equalização de efluentes, juntamente com uma descarga de fundo do decantador e fechar o registro da descarga.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.
	Armazenamento de Polímero de Acrilamida	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Em caso de vazamento de polímero de acrilamida: se possível, estancar o vazamento com o uso de equipamentos de proteção individual e isolar o local; **2.** Comunicar o supervisor da ETA sobre o ocorrido;
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**1.** Recuperar o produto usando-se material absorvente. Nunca usar jato de água, pois forma um gel bastante escorregadio e de difícil remoção; **2.** Destinar o material absorvente com o polímero em embalagens específicas que deverão ser encaminhadas ao aterro industrial.
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.
	Sala de Dosadoras e sistema de dosagem	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Ao verificar o vazamento, desligar imediatamente a dosadora; **2.** Comunicar o supervisor e/ou coordenador da ETA sobre o ocorrido;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**1.** Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; **2.** Providenciar o remanejamento do produto que vazou para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar teste de eficiência e qualidade no produto derramado, se apresentar resultados satisfatórios, o produto poderá ser reutilizado; **3.** Aplicar material absorvente (areia ou argila), transferir com pá o líquido restante e o material absorvente para tanques e tambores; **4.** Após absorvido pelo material absorvente e apropriadamente acondicionado, todo material deve ser encaminhado para aterro industrial; **5.** Caso não for possível utilizar a parcela líquida coletada, providenciar a destinação adequada; **6.** Após a recuperação, neutralizar a área com cal virgem; **7.** Lavar a área da contenção com jato de água, descartar a água de lavação para o tanque de equalização de efluentes, juntamente com uma descarga de fundo do decantador e fechar o registro da descarga.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.
Quedas ou Picos de Energia Elétrica	Ações Preventivas	Supervisão de ETA	**1.** Realizar, delegar e supervisionar a verificação mensal do sistema de iluminação de emergência das estruturas da ETA Central.
	Falta de energia	Técnico em Operação / Operadores de ETA	**1.** Fechar os cilindros de cloro gás; **2.** As válvulas de água filtrada devem fechar automaticamente quando ocorrerem faltas de energia, a programação deles está norteada para tal. Entretanto, deve ser verificado se isto ocorreu, caso contrário, imediatamente fechar a válvula saída de água filtrada dos filtros em operação via IHM; **3.** Deixar as botoeiras das bombas de recalque no neutro; **4.** Verificar se a falta de energia é persistente e de causas externas. Se percebido que na rua em frente a Autarquia há energia, contatar diretamente a Supervisão que buscará auxílio da Coordenadoria de Eletromecânica e Automação para análise da situação; **5.** Constatando-se que o problema da falta de energia é externo, verificar junto a CCO (Ramal 9111) se já foi aberto ou solicitar para abrirem protocolo falta de

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			energia para CELESC (0800 480 196), unidade consumidora 22687590; **6.** Entrar em contato com o supervisor e/ou coordenador de ETA; **7.** Se necessário solicitar ao CCO ou entrar em contato com o coordenador da manutenção eletromecânica e coordenador de TI e informar o problema; **8.** Acionamento dos meios de comunicação para aviso à população de racionamento.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Retorno de energia elétrica	Supervisor, Técnico em Operação/ Operador de ETA	**1.** Se o supervisório estiver sem o servidor deverá realizar procedimento nos comandos das IHM's; **2.** Verificar compressor de ar, se necessário resetar (apertando o botão vermelho do IHM do inversor) e ligar novamente (apertando o botão verde do IHM do inversor). Caso não funcione o primeiro processo apertar, girar e soltar o botão de emergência e apertar o botão verde do IHM do inversor. Pressão de trabalho 7,1bar; **3.** Abrir as comportas de entrada dos filtros em operação; **4.** Abrir as comportas de entrada dos decantadores em operação; **5.** Abrir as comportas de saída dos floculadores em operação; **6.** Abrir as comportas de entrada dos floculadores em operação; **7.** Abrir a comporta do módulo em operação; **8.** Ligar os agitadores dos floculadores em operação; **9.** Ligar Agitadores Carvão e Hidróxido de Cálcio; **10.** Ligar a dosadora de PAC no manual ajustar dosagem e conferir na Calha Parshall; **11.** Ligar Bomba de utilidades e arraste de cloro; **12.** Dirigir-se para o CCM da captação e executar o procedimento de reset dos inversores, que deverão estar em falha;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			13. Pressionar e soltar o botão de emergência; **14.** Pressionar e soltar o botão de reset do painel; **15.** Pressionar LOC no inversor; **16.** Pressionar reset inversor; **17.** No IHM ligar as bombas da captação no automático. Se no IHM estiver em falha, resetar; **18.** Após certificar que a floculação está ok – passar a dosadora de PAC para o automático e conferir dosagem na Calha Parshall; **19.** Abrir válvula de saída dos filtros; **20.** Abrir os cilindros de cloro gás; **21.** Ligar dosadoras de Flúor, Ortopolifosfato, Cloro, Hidróxido de Cálcio e carvão, se necessário.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Religar o Recalque	Supervisor, Técnico em Operação/ Operador de ETA	**1.** Se o supervisório estiver sem o servidor deverá passar as bombas do recalque para local; **2.** Porão de contato com mínimo 100%. Exceto para ligar R5 e R6, o qual pode ser executado após o porão de contato atingir um mínimo de 50%; **3.** Acompanhado do supervisor e/ou coordenador as bombas devem ser religadas após avaliação do sistema de distribuição. As rotações inicias vão depender da avaliação.
	Suporte	Supervisor/ Coordenação da ETA	**1.** Realizar monitoramento dos níveis dos reservatórios: a. **Durante a queda de energia:** solicitar suporte aos Auxiliares e Encanador da ETA e, se necessário, ao Setor de Controle de Perdas, para monitoramento dos níveis dos reservatórios in loco; b. **Após o retorno da energia:** solicitar a Equipe de Operação da ETA que realize o monitoramento via supervisório e, enquanto o supervisório não retornar, aplicar o mesmo procedimento de durante a queda de energia. **2.** Com base no monitoramento dos reservatórios, solicitar a realização de manobras ao setor responsável.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Coordenadoria de Eletromecânica e Automação	**1.** Prestar suporte à Coordenadoria da ETA caso algum equipamento não reestabeleça corretamente após o retorno da energia elétrica; **2.** A Supervisão da ETA, juntamente à sua Coordenação avaliarão a situação e comunicarão à Coordenadoria de Eletromecânica e Automação, aplicando a urgência necessária do reestabelecimento do funcionamento do equipamento defeituoso.
		Coordenadoria de Tecnologia da Informação	**1.** Prestar suporte para reestabelecimento dos sistemas de informação, especialmente servidores, redes de internet e sistema de supervisório para normalização dos processos de operação automatizados.
		Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Diretor Técnico; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Comunicação	Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.
Incêndio	Estruturas do SAMAE	Supervisor, Técnico em Operação/ Operador de ETA e Brigada da Autarquia	**1.** Convocar a brigada de incêndio através dos Técnicos de Segurança da Autarquia; **2.** Aplicar procedimento interno da Autarquia e atender as orientações dos Técnicos de Segurança e da Brigada.
Danos nos sistemas de recalque e bombeamento	Estação de Recalque ETA Central	Técnico em Operação de ETA	**Em caso de defeitos e falhas no sistema de recalque da ETA Central** **1.** Após constada a falha em algum conjunto de bombeamento, direcionar-se a Estação de Recalque e verificar o conjunto, caso perceba algo fora da normalidade, tais como, acúmulo de água, peças visivelmente danificas e cheiro de queimado, acionar o Supervisor imediatamente; **2.** Em caso de estar tudo aparentemente normal, direcionar-se ao IHM no painel, anotar a falha que está aparecendo no visor e proceder com o reset da bomba

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			e caso não volte a funcionar normalmente, acionar o Supervisor; **3.** Mesmo que após o reset a bomba volte a funcionar normalmente, deixar informado no quadro de avisos a ocorrência, inclusive, anotando a falha que estava aparecendo no IHM; **4.** Realizar rondas nas casas de bombas conforme procedimento específico e realizar o monitoramento remoto frequente do local através das câmeras instaladas, buscando visualizar possíveis vazamentos e danos aparentes em componentes do sistema; **5.** Caso o sistema fique inoperante e possa causar problemas com o abastecimento, comunicar ao CCO sobre a ocorrência. **Alagamento nas casas de bombas** **1.** Se constatada a presença de água em quantidade anormal na casa de bombas, realizar o desligamento imediato via supervisório de todos os conjuntos de bombeamento presentes no local; **2.** Caso não seja possível desligar o bombeamento via supervisório, direcionar-se a sala de painéis e utilizar as botoeiras, passando-as para a posição neutra, para desligar os conjuntos que estiverem ligados; **3.** Caso a água tenha atingido a sala dos painéis, apenas avisar a Supervisão e manter-se fora do local;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			4. Após realizado os passos anteriores, entrar em contato imediato com os Supervisores; **5.** Comunicar ao CCO sobre a ocorrência; **6.** Não religar nenhum sistema de bombeamento do local alagado sem autorização expressa da Supervisão ou Equipe de Manutenção.
		Supervisores de ETA	**Em caso de defeitos e falhas no sistema de recalque da ETA Central** **1.** Após recebida a informação do defeito ou falha, avaliar a situação e abrir ou solicitar a abertura de uma Ordem de Serviço para a Manutenção Eletromecânica; **2.** Caso o conjunto que apresentou defeito não tenha peça reserva instalada e em pronto uso, entrar em contato imediato com a Manutenção Eletromecânica para solucionar o problema; **3.** Monitorar, juntamente aos Técnicos em Operação, o comportamento do nível de reservatórios afetados pelo defeito e, se necessário, solicitar apoio a Coordenadoria de Controle de Perdas para realização de manobras de rede. **4.** Se necessário, solicitar à Coordenação a avaliação junto ao Diretor Técnico da necessidade de emissão de comunicados a população de possíveis interrupções no fornecimento de água;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			5. Assegurar que o CCO foi comunicado sobre a ocorrência. **Alagamento nas casas de bombas** **1.** Após receber a notificação da ocorrência através do Técnico em Operação, acionar a equipe de Manutenção Eletromecânica e dirigir-se imediatamente ao local; **2.** Assegurar que o CCO foi comunicado sobre a ocorrência. **3.** Não acessar o local alagado antes da liberação por parte da Equipe de Manutenção Eletromecânica; **4.** Não autorizar o religamento de nenhum bombeamento desde que autorizado pela Equipe de Manutenção Eletromecânica; **5.** Caso identificado que o vazamento é do tanque de contato para a casa de bombas, esvaziar ele o mais rápido possível, utilizando bombas de local não alagado e abrindo a válvula de descarga do tanque; **6.** Se detectado que o vazamento é de alguma adutora e está retornando para a sala, nos casos de haver registro de alívio de pressão externos, abri-los para agilizar a saída da água e estancar o vazamento; **7.** Após sessar o vazamento, verificar se a sala está drenando corretamente. Observar se as bombas de

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			drenagem das salas estão funcionando e auxiliando na drenagem do ambiente; **8.** Em casos em que seja necessário o desligamento de toda a energia da Autarquia, providenciar junto a Manutenção Eletromecânica geradores e bombas para drenagem. Caso necessário, contatar a Coordenadoria de ETE para solicitação de caminhão hidrovácuo; **9.** Após drenado o local, aguardar liberação da Manutenção Eletromecânica para religar os sistemas de bombeamento; **10.** Caso solicitado pela Equipe de Manutenção apoio com caminhão munck, contatar imediatamente a empresa terceirizada responsável pelo serviço; **11.** Monitorar, juntamente aos Técnicos em Operação, o comportamento do nível de reservatórios afetados pela adversidade e, se necessário, solicitar apoio a Coordenadoria de Controle de Perdas para realização de manobras de rede; **12.** Se necessário, solicitar à Coordenação a avaliação junto ao Diretor Técnico da necessidade de emissão de comunicados a população de possíveis interrupções no fornecimento de água.
		Manutenção Eletromecânica	**Em caso de defeitos e falhas no sistema de recalque da ETA Central**

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			1. Após recebida a comunicação da Supervisão da ETA sobre a falha ou defeito, direcionar-se a Estação para realizar os reparos necessários e operacionalizar os sistemas que apresentaram defeito; 2. Se necessário, acionar Equipe de Manutenção terceirizada para auxílio no reparo; 3. Caso seja necessário uso de caminhão munck, solicitar a Supervisão da ETA para contatar a equipe terceirizada; 4. Manter a Supervisão e Operação da ETA informados sobre o andamento dos serviços, dando prazos estimados para avaliação de possíveis ocorrências de desabastecimento; 5. Informar e orientar a Supervisão da ETA quando o conserto estiver finalizado, inclusive se necessário aumentar o nível do tanque de contato para religar o sistema que havia apresentando defeito; 6. Proceder com o religamento do sistema consertado e apenas liberar a operação dele para a Equipe da ETA após asseguradas as condições corretas de funcionamento. **Alagamento nas casas de bombas** 1. Após receber a notificação da ocorrência direcionar-se imediatamente para a Estação;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			2. Ao chegar no local avaliar a situação e, se necessário, providenciar o desligamento da energia do local; **3.** Após constatada a segurança, auxiliar a Supervisão da ETA na drenagem do local; **4.** Após drenado o local, avaliar os danos causados nos sistemas de bombeamento e a segurança para retomada da operação; **5.** Caso seja necessário a substituição dos motores, existem unidades reservas guardadas no Almoxarifado do Samae. Contatar equipes terceirizadas para auxiliar na substituição dos equipamentos, inclusive se houver demanda de revisão das unidades antes da instalação; **6.** Caso seja necessário uso de caminhão munck, solicitar a Supervisão da ETA para contatar a equipe terceirizada; **7.** Manter a Supervisão e Operação da ETA informados sobre o andamento dos serviços, dando prazos estimados para avaliação de possíveis ocorrências de desabastecimento; **8.** Após realizadas as conferências de segurança do local, substituição de motores (se necessário) e assegurada a possibilidade de retomada da operação do sistema, informar e auxiliar a Supervisão no religamento das estações de recalque.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Coordenação da ETA	**1.** Para ambos os casos, prestar assistência à Supervisão da ETA no desenrolar do evento; **2.** Se necessário, deslocar-se ao local; **3.** Conforme informações repassadas pela Supervisão e pela Manutenção Eletromecânica, se necessário, proceder com a organização e solicitação de manobras de rede junto ao setor de perdas; **4.** Dentro da necessidade, manter o Diretor Técnico e Presidência informados sobre a situação, para tomada de decisões quanto a emissão de comunicados a população.
		Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Diretor Técnico; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
		Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.
	Captação de Água Bruta	Técnico em Operação de ETA	**Em caso de defeitos e falhas no sistema de captação** **1.** Após constada a falha em algum conjunto de bombeamento, direcionar-se a casa de painéis da captação e verificar o conjunto, caso perceba algo fora da normalidade, acionar o Supervisor imediatamente; **2.** Em caso de estar tudo aparentemente normal, direcionar-se ao IHM no painel, anotar a falha que está aparecendo no visor, proceder com o reset da bomba e religamento da captação conforme procedimento específico, caso não volte a funcionar normalmente, acionar o Supervisor; **3.** Mesmo que após o reset a bomba volte a funcionar normalmente, deixar informado no quadro de avisos a ocorrência, inclusive, anotando a falha que estava aparecendo no IHM; **4.** Caso o sistema que entrou em falha não volte a funcionar apenas aplicando o reset, acionar o sistema reserva, aplicando procedimento específico; **5.** Realizar rondas nas casas de bombas conforme procedimento específico;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			6. Caso a captação fique inoperante de forma que impacte no processo de tratamento, comunicar ao CCO sobre a ocorrência. **Rompimento do Mangote** **1.** Se constatado rompimento de mangote das balsas de captação, caso as bombas não desliguem automaticamente, desliga-las imediatamente via supervisório ou IHM; **2.** Informar a Supervisão sobre o ocorrido; **3.** Não ligar o outro conjunto antes da liberação pela Supervisão; **4.** Conforme necessidade, efetuar a parada do recalque da ETA Central. **5.** Caso a captação fique inoperante de forma que impacte no processo de tratamento, comunicar ao CCO sobre a ocorrência.
		Supervisores de ETA	**Em caso de defeitos e falhas no sistema de captação** **1.** Após recebida a informação do defeito ou falha, avaliar a situação e abrir ou solicitar a abertura de uma Ordem de Serviço para a Manutenção Eletromecânica;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			2. Caso o conjunto reserva não esteja apto pra uso, entrar em contato imediato com a Manutenção Eletromecânica para solucionar o problema; **3.** Monitorar, juntamente aos Técnicos em Operação, o comportamento do nível de reservatórios afetados pelo defeito e, se necessário, solicitar apoio a Coordenadoria de Controle de Perdas para realização de manobras de rede. **4.** Se necessário, solicitar à Coordenação a avaliação junto ao Diretor Técnico da necessidade de emissão de comunicados a população de possíveis interrupções no fornecimento de água; **5.** Assegurar que o CCO foi comunicado sobre a ocorrência. **Rompimento de Mangote** **1.** Após receber a notificação da ocorrência através do Técnico em Operação, dirigir-se imediatamente ao local e verificar se o conjunto reserva não sofreu danos e pode entrar em operação; **2.** Assegurar que o CCO foi comunicado sobre a ocorrência. **3.** Providenciar a remoção do sistema flutuante danificado, inclusive, solicitando apoio as equipes

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			necessárias, por exemplo, Manutenção Eletromecânica e terceirizada de caminhão Munck; **4.** Monitorar, juntamente aos Técnicos em Operação, o comportamento do nível de reservatórios afetados pela adversidade e, se necessário, solicitar apoio a Coordenadoria de Controle de Perdas para realização de manobras de rede; **5.** Se necessário, solicitar à Coordenação a avaliação junto ao Diretor Técnico da necessidade de emissão de comunicados a população de possíveis interrupções no fornecimento de água.
		Manutenção Eletromecânica	**Em caso de defeitos e falhas no sistema de captação** **1.** Após recebida a comunicação da Supervisão da ETA sobre a falha ou defeito, direcionar-se a Estação para realizar os reparos necessários e operacionalizar os sistemas que apresentaram defeito; **2.** Se necessário, acionar Equipe de Manutenção terceirizada para auxílio no reparo; **3.** Caso seja necessário uso de caminhão munck, solicitar a Supervisão da ETA para contatar a equipe terceirizada; **4.** Manter a Supervisão e Operação da ETA informados sobre o andamento dos serviços, dando prazos

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			estimados para avaliação de possíveis ocorrências de desabastecimento; **5.** Informar e orientar a Supervisão da ETA quando o conserto estiver finalizado; **6.** Proceder com o religamento do sistema consertado e apenas liberar a operação dele para a Equipe da ETA após asseguradas as condições corretas de funcionamento. **Rompimento de Mangote** **1.** Dar suporte a Supervisão da ETA no que tange a remoção do sistema danificado ou na ocorrência de danos mecânicos e elétricos; **2.** Caso seja necessário uso de caminhão munck, solicitar a Supervisão da ETA para contatar a equipe terceirizada.
		Coordenação da ETA	**1.** Para ambos os casos, prestar assistência à Supervisão da ETA no desenrolar do evento; **2.** Se necessário, deslocar-se ao local; **3.** Conforme informações repassadas pela Supervisão e pela Manutenção Eletromecânica, se necessário, proceder com a organização e solicitação de manobras de rede junto ao setor de perdas;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			4. Dentro da necessidade, manter o Diretor Técnico e Presidência informados sobre a situação, para tomada de decisões quanto a emissão de comunicados a população.
		Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Diretor Técnico; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
		Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

8.3 PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA - ETA SUL

O presente capítulo apresenta o Plano de Emergência e Contingência elaborado para as etapas essenciais da ETA Sul. Este plano, estruturado em torno da identificação de pontos vulneráveis, da previsão de eventos adversos e da definição de ações de contingência, tem como objetivo orientar as equipes envolvidas na resposta a emergências, otimizando a gestão de crises e minimizando os impactos sobre a comunidade.

As etapas serão abordadas de forma cronológica, seguindo o fluxograma do Sistema de Abastecimento de Água referente a ETA Sul, passando pelos mananciais e estações de tratamento.

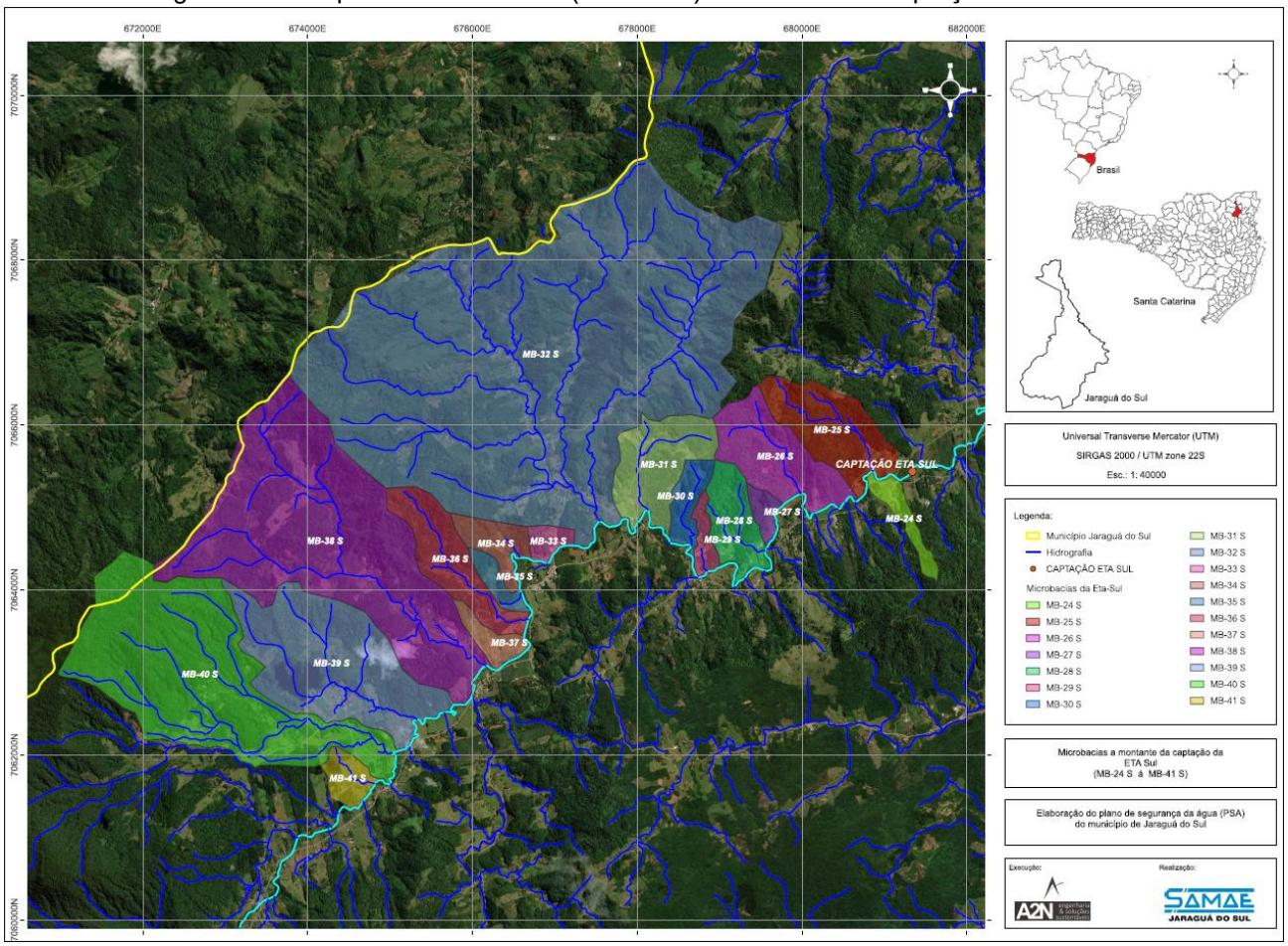
8.3.1 MONITORAMENTO DOS MANANCIAIS

Assim como na ETA Central, inicialmente foi realizado o mesmo levantamento abrangente das microbacias a montante da captação da ETA Sul e dentro dos limites municipais de Jaraguá do Sul, atribuindo-lhes denominações que facilitam sua identificação e comunicação em eventuais necessidades.

Essas microbacias deságuam no Rio Jaraguá, onde foram aferidas as distâncias entre suas fozes e a respectiva captação. Esses dados são essenciais para uma tomada de decisão ágil e eficaz em caso de um eventual acidente próximo aos mananciais.

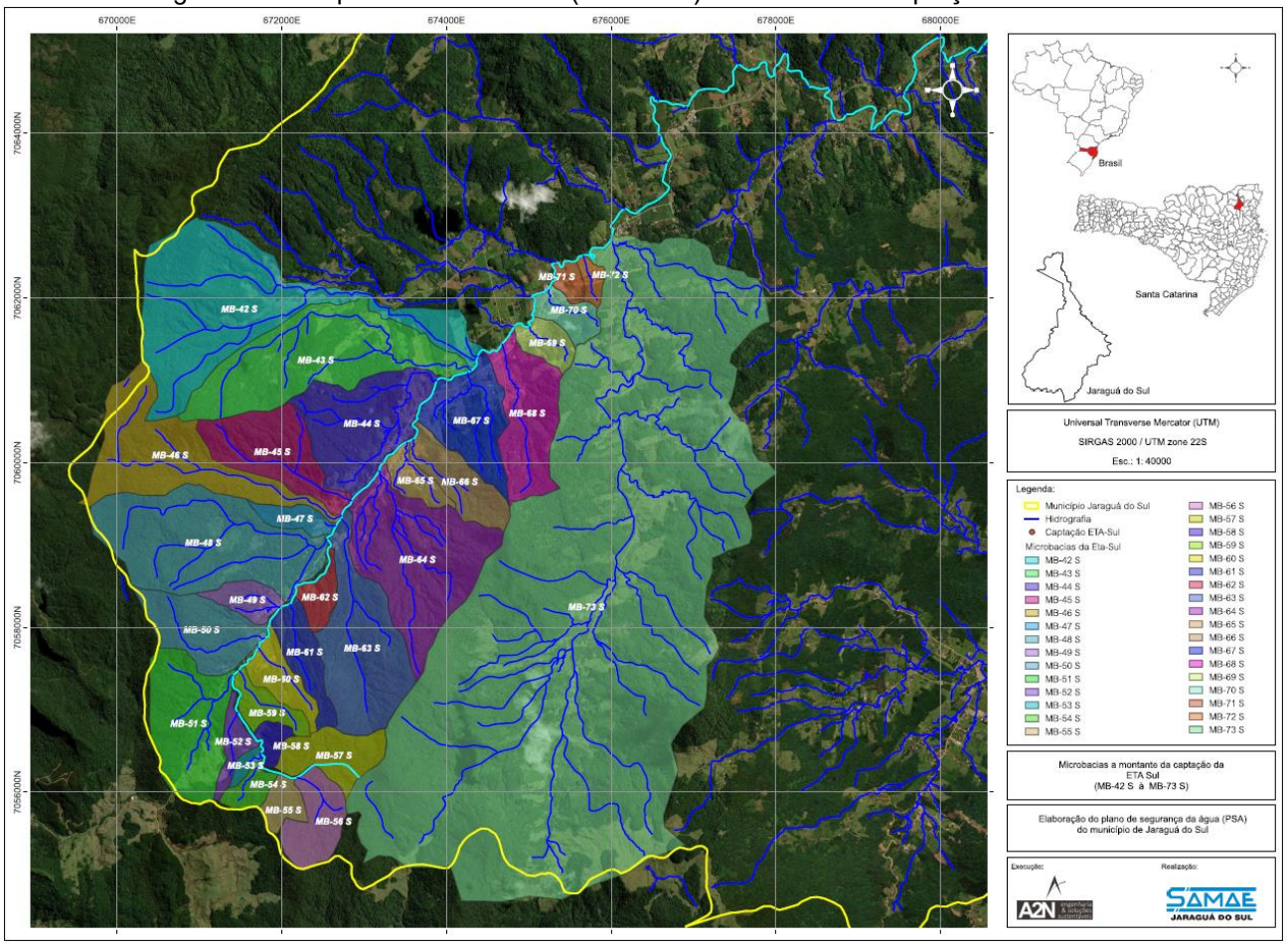
Na sequência, serão apresentados os mapas gerados destas microbacias a montante da captação da ETA Sul, conforme Figura 8-10, Figura 8-11 e Figura 8-12, disponível também nos Apêndices XXVII, XXVIII e XXIX.

Figura 8-10. Mapa das Microbacias (MB 24-41) a montante da captação da ETA Sul.



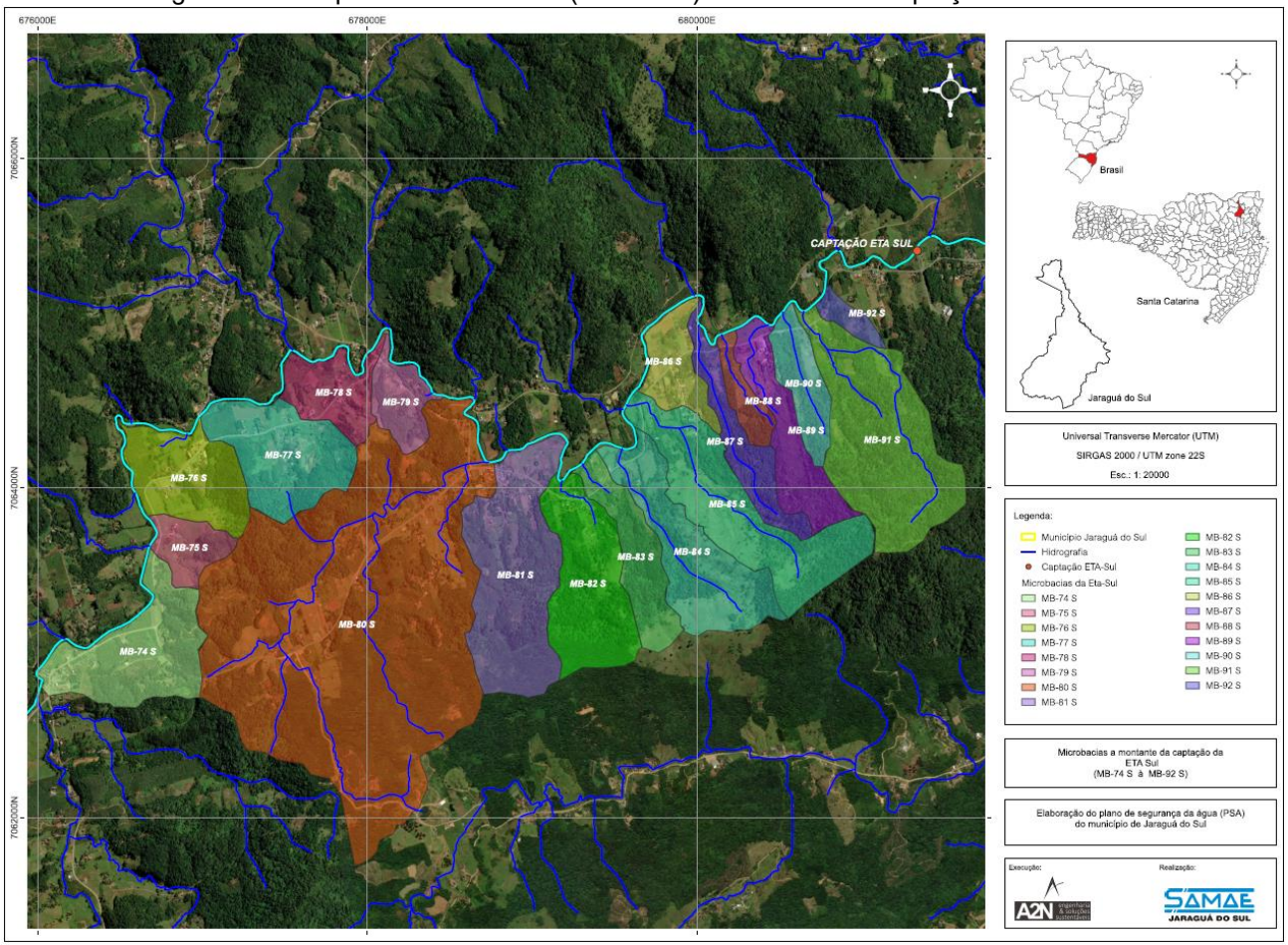
Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 8-11. Mapa das Microbacias (MB 42-73) a montante da captação da ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

Figura 8-12. Mapa das Microbacias (MB 74-92) a montante da captação da ETA Sul.



Fonte: A2N Engenharia, 2025.

O monitoramento dos pontos de atenção nas rodovias, avenidas e ruas próximas à captação superficial da ETA Sul, é uma etapa essencial para a gestão da segurança da água no município de Jaraguá do Sul.

A movimentação intensa de veículos de carga nessas vias representa um potencial risco ambiental, especialmente no transporte de substâncias químicas e outros materiais poluentes que, em caso de acidentes, podem comprometer a qualidade da água dos mananciais utilizados para abastecimento público. Dessa forma, a identificação, mapeamento e categorização desses pontos críticos são fundamentais para a implementação de estratégias de prevenção e resposta rápida diante de eventuais incidentes.

A Tabela 8-7. Microbacias a montante da captação da ETA Sul. apresenta os pontos de atenção identificados nas proximidades da captação superficial da ETA Sul. Os pontos foram georreferenciados com suas coordenadas e distâncias até a estação de tratamento, permitindo uma análise detalhada do nível de risco de cada localidade. Essas informações servem como base para o desenvolvimento de planos de ação específicos, como a instalação de barreiras de contenção, o monitoramento contínuo da qualidade da água e a capacitação das equipes responsáveis pela resposta a emergências ambientais.

É importante destacar que as distâncias consideradas se referem ao trajeto, desde o ponto de captação até a foz de cada microbacia. Dessa forma, obtém-se a distância entre a foz da microbacia e o ponto de captação de água bruta da ETA Sul. Em caso de um eventual acidente ambiental dentro de uma microbacia, deve-se ainda considerar a distância entre o local do incidente e a foz da microbacia no Rio Jaraguá, o que representa uma distância adicional relevante para a definição de estratégias de contenção e resposta à contaminação

Tabela 8-7. Microbacias a montante da captação da ETA Sul.

MICRO- BACIAS	COORDENADAS (UTM)		COMPRIMENTO DO TALVEGUE (m)	DISTÂNCIA DA FOZ ATÉ A CAPTAÇÃO (m)
	LONGITUDE	LATITUDE		
MB-24 S	681009.96 m E	7065350.61 m S	-	426,55
MB-25 S	680836.55 m E	7065450.31 m S	2.022,56	644,10
MB-26 S	679977.48 m E	7065181.81 m S	1.544,68	2.274,75
MB-27 S	679656.43 m E	7064929.12 m S	-	2.679,95
MB-28 S	679548.41 m E	7064476.51 m S	1.079,92	3.182,50
MB-29 S	678844.35 m E	7064226.97 m S	313,29	4.661,55
MB-30 S	678656.70 m E	7064532.29 m S	1.225,25	5.272,00
MB-31 S	678109.71 m E	7064977.47 m S	1.742,09	6.122,25
MB-32 S	677538.15 m E	7064846.60 m S	5.470,50	7.086,80
MB-33 S	677083.92 m E	7064531.17 m S	-	7.799,55
MB-34 S	676582.06 m E	7064377.54 m S	301,67	8.435,35
MB-35 S	676579.38 m E	7063945.20 m S	362,30	9.076,95
MB-36 S	676665.09 m E	7063652.07 m S	2.515,86	9.443,30
MB-37 S	676628.00 m E	7063409.00 m S	-	9.693,00
MB-38 S	676144.76 m E	7063087.54 m S	5.394,49	10.459,25
MB-39 S	675298.21 m E	7062435.19 m S	3.437,09	11.960,40
MB-40 S	675035.54 m E	7062026.00 m S	5.351,82	12.653,85
MB-41 S	674807.44 m E	7061658.54 m S	800,71	13.333,65
MB-42 S	674353.75 m E	7061291.30 m S	4.653,00	13.999,25
MB-43 S	674298.50 m E	7061119.15 m S	4.502,23	14.207,00
MB-44 S	673861.57 m E	7060989.11 m S	2.351,50	14.665,20
MB-45 S	672840.98 m E	7059546.10 m S	2.005,68	16.620,40
MB-46 S	672724.36 m E	7059357.25 m S	4.073,30	16.847,75
MB-47 S	672651.87 m E	7059232.14 m S	153,31	16.995,00
MB-48 S	672539.48 m E	7059064.75 m S	3.353,71	17.197,35

MICRO- BACIAS	COORDENADAS (UTM)		COMPRIMENTO DO TALVEGUE (m)	DISTÂNCIA DA FOZ ATÉ A CAPTAÇÃO (m)
	LONGITUDE	LATITUDE		
MB-49 S	671974.98 m E	7058239.76 m S	666.27	18.432,80
MB-50 S	671788.25 m E	7057870.05 m S	1.693,52	18.872,00
MB-51 S	671400.82 m E	7057422.67 m S	1.493,92	19.509,00
MB-52 S	671461.14 m E	7056971.49 m S	821,70	20.021,70
MB-53 S	671743.38 m E	7056474.19 m S	242,05	20.693,45
MB-54 S	671744.78 m E	7056331.94 m S	559,85	20.869,00
MB-55 S	672076.03 m E	7056174.49 m S	-	21.258,00
MB-56 S	672191.55 m E	7056172.82 m S	1.193,30	21.361,45
MB-57 S	672395.05 m E	7056328.85 m S	-	21.628,00
MB-58 S	671767.28 m E	7056626.36 m S	-	20.521,20
MB-59 S	671487.94 m E	7057467.78 m S	1.121,13	19.421,35
MB-60 S	671718.83 m E	7057750.15 m S	1.033,96	19.026,00
MB-61 S	672096.71 m E	7058273.15 m S	1.138,34	18.305,60
MB-62 S	672447.58 m E	7058585.00 m S	-	17.766,15
MB-63 S	672730.32 m E	7059306.24 m S	2.476,72	16.888,00
MB-64 S	673189.23 m E	7059904.92 m S	2.682,99	16.122,00
MB-65 S	673518.00 m E	7060244.00 m S	961,83	15.615,45
MB-66 S	673593.15 m E	7060283.08 m S	1.073,16	15.531,95
MB-67 S	674255.48 m E	7061099.11 m S	1.460,81	14.253,10
MB-68 S	674672.20 m E	7061440.96 m S	2.027,94	13.596,00
MB-69 S	675004.83 m E	7061649.24 m S	747,33	13.106,40
MB-70 S	675215.53 m E	7062094.61 m S	913,49	12.435,70
MB-71 S	675408.13 m E	7062355.52 m S	-	11.852,75
MB-72 S	675663.23 m E	7062500.50 m S	613,47	11.510,50
MB-73 S	675997.48 m E	7062708.42 m S	11.312,30	10.891,45
MB-74 S	676700.00 m E	7063315.00 m S	-	9.808,00
MB-75 S	676727.88 m E	7063724.30 m S	-	9.356,10

MICRO- BACIAS	COORDENADAS (UTM)		COMPRIMENTO DO TALVEGUE (m)	DISTÂNCIA DA FOZ ATÉ A CAPTAÇÃO (m)
	LONGITUDE	LATITUDE		
MB-76 S	676905.56 m E	7064317.32 m S	203,97	8.086,45
MB-77 S	677361.94 m E	7064504.43 m S	-	7.521,15
MB-78 S	677869.77 m E	7064789.41 m S	-	6.623,60
MB-79 S	678394.42 m E	7064572.93 m S	48,97	5.542,00
MB-80 S	678691.42 m E	7064171.04 m S	3.734,95	4.844,07
MB-81 S	679199.03 m E	7064262.18 m S	-	4.233,85
MB-82 S	679186.39 m E	7064044.25 m S	398,60	3.983,16
MB-83 S	679308.25 m E	7064139.65 m S	255,84	3.820,75
MB-84 S	679543.86 m E	7064230.93 m S	1.317,16	3.513,60
MB-85 S	679577.01 m E	7064505.94 m S	1.686,13	3.146,30
MB-86 S	679870.16 m E	7065095.86 m S	-	2.409,75
MB-87 S	680009.54 m E	7064984.50 m S	1.320,46	2.037,80
MB-88 S	680149.18 m E	7064919.22 m S	671,64	1.798,60
MB-89 S	680425.31 m E	7064987.09 m S	697,82	1.468,30
MB-90 S	680516.22 m E	7065052.67 m S	797,40	1.340,15
MB-91 S	680654.13 m E	7065066.47 m S	1.877,87	1.148,97
MB-92 S	680763.54 m E	7065164.44 m S	-	1.001,80

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

8.3.2 ETA SUL

Com o objetivo de facilitar a identificação de pontos vulneráveis, eventos adversos e os procedimentos a serem adotados quando necessário, foi elaborada uma tabela contendo todas essas informações, apresentada na sequência.

Tabela 8-8. Plano de Emergência / Contingência – ETA Sul.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
Contaminação Acidental (Agente Externo)	Mananciais de Abastecimento Captação ETA Sul	Equipe Técnica (Comissão de Crise)	**1.** Após constatada a possível contaminação acidental, reunir-se em Comitê de Respostas, a fim de, auxiliar nos procedimentos e ações que serão discorridas abaixo; **2.** Esse Comitê de Respostas deverá ser montada presencialmente na Autarquia e haver a presença mínima do Diretor Técnico, Coordenador da ETA, Coordenador de Laboratório e Técnica Ambiental, independente de dias e horários. Demais membros poderão ser convocados conforme a necessidade e evolução do evento; **3.** A posição hierárquica superior pode convocar ou dispensar membros de suas equipes conforme critérios discutidos na Comissão de Crise; **4.** Poderão ser convocadas outras Coordenadorias e Setores da Autarquia conforme a evolução dos eventos; **5.** Após receber a comunicação da contaminação acidental de forma externa a Autarquia (Bombeiros, Defesa Civil, dentre outros) ou interna (Supervisão da ETA e/ou Equipe de Operação), comunicar imediatamente os órgãos ambientais, vigilância sanitária, defesa civil e outras instâncias reguladoras, conforme a legislação local; **6.** Em caso de contaminações que não possam ser perceptíveis visualmente ou captadas pelas análises básicas da operação diária, convocar a Coordenadoria de Laboratório e buscar a solução para determinação da

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			necessidade da parada da estação, bem como, quando poderá ser religado; **7.** Elaborar plano de ações e auxiliar na sua aplicação para contingência do evento; **8.** Promover a comunicação direta com a Equipe de Operação, auxiliando na orientação da condução do evento, desligamento e religamento da Estação e esclarecimento de dúvidas que puderem surgir no processo; **9.** Discutir as ações e repassar as informações para a Direção Técnica para desenvolvimento de protocolo de emissão de comunicados à população, por paradas no tratamento e possíveis interrupções no fornecimento de água; **10.** Realizar a comunicação com as autoridades envolvidas conforme a evolução do evento; **11.** Providenciar junto aos setores responsáveis o abastecimento de locais de maior criticidade, tais como, hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros. Poderá ser utilizada a ETA Sul como fonte primária no caso de contaminação do manancial da ETA Central.
		Técnico/Operador da ETA	**1. Quando não há aviso prévio:** Se percebidas contaminações visíveis na captação de água, tais como manchas de óleo ou elevada quantidade de espuma, parar a captação e comunicar imediatamente ao Supervisor e/ou Coordenador da ETA; Se percebidas mudanças abruptas e injustificáveis no tratamento de água, tais como, observância de dificuldades no teste de jarros e na planta nos processos de coagulação e floculação, sem a ocorrência de falhas em dosadoras ou outras justificativas dentro do processo operacional comum, parar a captação e contatar imediatamente a Supervisão ou Coordenação da ETA. **2. Em caso de aviso prévio:**

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			Seguir as orientações repassadas pela Supervisão ou Coordenação da ETA. Em caso de manter a estação ligada, acompanhar visualmente o rio e realizar frequentes análises de alcalinidade e pH. O intervalo entre cada análise deverá ser conforme estipulado pelo Supervisor Responsável pelo turno ou pelo Coordenador da ETA e não deverá ser superior à 20 minutos entre análises.
		Supervisores da ETA / Coordenador de ETA	**1. Quando não há aviso prévio** Assim que recebida a comunicação realizada pela Equipe de Operação da ETA, comunicar à Coordenação para que seja iniciado o procolo de comunicação com os demais membros da Equipe Técnica e tomadas as medidas quanto ao possível desabastecimento. **2. Em caso de aviso prévio:** Após recebida a comunicação da ocorrência da contaminação acidental, seguir as orientações repassadas pelos representantes da Equipe Técnica, orientando a Equipe de Operação da ETA, em relação ao momento de desligar a estação e nos acompanhamentos analíticos necessários, especialmente definindo periodicidade de análises de pH e alcalinidade do corpo hídrico, não sendo intervalo superior a 20 min entre análises. **OBS:** a Equipe Técnica auxiliará também na decisão pelo momento de desligar a captação, especialmente se não for algo visível, como óleo na captação ou perceptível na realização das análises padrões (pH, alcalinidade, condutividades, dentre outros). **3.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e, dentro da necessidade, solicitar à Coordenadoria de Controle de Perdas a realização de manobras de rede para mitigação dos impactos do desabastecimento. **4.** Após receber a informação sobre a contaminação e realizar as devidas instruções à Equipe de Operação, colocar a lona de proteção e as

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			contenções de hidrocarbonetos nas proximidades da balsa de captação de água para reter a contaminação. **OBS:** A lona e as contenções para retenção de óleo estão guardadas no almoxarifado do pré sedimentador da ETA Central. **5.** Se a contaminação atingir o pré-sedimentador, calha *Parshall*, floculadores, decantadores e filtros da ETA, descartar o volume de água deles e providenciar a limpeza e/ou descontaminação. **6.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e, dentro da necessidade, solicitar à Coordenadoria de Controle de Perdas a realização de manobras de rede para mitigação dos impactos do desabastecimento.
		Coordenadoria de Laboratórios	**1.** Quando necessário, será convocada pela Equipe Técnica, para auxiliar na formulação de planos analíticos, realizações de coletas e análises para monitoramento do corpo hídrico durante o evento.
		Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**2.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Comitê de Respostas; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
		Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
Enchente (Cheia) do Rio Jaraguá) ou alagamento acidental da casa de bombas da captação da ETA Sul	Captação ETA Sul	Coordenação e Supervisão ETA	**Medidas preventivas (quando há comunicações de fortes chuvas)** **1.** Acompanhar boletins do tempo disponíveis no site da Defesa Civil do Estado de Santa Catarina; **2.** Adiantar as ações de contingência que foram possíveis, tais como, fechamento de registros de drenagem da contenção da casa de bombas da ETA Sul; **3.** Efetuar testes extras dos equipamentos de drenagem das salas de bombas.
		Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Quando detectado que tem incidência de água no chão da sala de bombas através de ronda, conforme Procedimento 01.2020, ou através do alarme no supervisório de "Água na casa das Bombas – EMERGÊNCIA"; **2.** Desligar as bombas da captação; **3.** Fechar a comporta entre a galeria e o poço das bombas da captação; **4.** Ligar a bomba de limpeza do poço; **5.** Verificar se a bomba de drenagem do prédio das bombas da captação está funcionando, verificando na saída de água da bomba; **6.** Entrar na sala de bombas da captação para avaliar a situação da quantidade de água e se ainda está ocorrendo o vazamento; **7.** Entrar em contato com o supervisor e/ou coordenador; **8.** Em caso de enchente, fechar também o registro de descarga da contenção da captação.
		Supervisores de ETA	**1.** Assim que receber a informação sobre o ocorrido, prestar assistência a equipe de operação; **2.** Informar à Coordenação sobre o ocorrido e passar informações conforme a evolução do evento; **3.** Verificar a necessidade de acionamento da equipe de manutenção, se necessário, solicitar o desligamento da energia das bombas da captação;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			4. Avaliar a situação da casa de bombas, se necessário levar bombas submersíveis e mangotes para realização da drenagem da sala ou solicitar caminhão hidrovácuo junto à Coordenadoria de ETE. **OBS:** Caso seja necessária a utilização de caminhão Munck, entrar em contato com a empresa responsável pelo serviço e solicitar o atendimento imediato.
		Coordenação da ETA	**1.** Juntamente à equipe de Supervisão, monitorar o nível do reservatório e manter seus superiores informados, inclusive auxiliando na tomada de decisão pela emissão de comunicados à população.
		Coordenadoria de Eletromecânica e Automação	**1.** Caso necessário, providenciar o desligamento da rede elétrica para a captação da estação e dispor geradores para realização da drenagem da sala de bombas; **2.** Prestar assistência à Coordenadoria da ETA para o reestabelecimento mais breve da Estação; **3.** Em caso de afetar os motores, providenciar a troca imediata por motores de 175 Cv reservas armazenados na ETA Central e encaminhar os motores atingidos para manutenção necessária. **OBS:** Caso seja necessária a utilização de caminhão Munck, comunicar à Coordenadoria da ETA para que seja solicitado o equipamento com a empresa fornecedora do serviço.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Acompanhamento dos níveis dos reservatórios e realização de manobras	Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Diretor Técnico; Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
	Comunicação	Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**2.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.
Secas intensas	Captação ETA Sul	Coordenadoria e Supervisão da ETA	**1.** Realizar manobras para atendimento de atividades essenciais; **2.** Acionamento dos meios de comunicação para aviso à população de racionamento.
Vazamento de Produto Químico	Ações Preventivas	Supervisão da ETA	**1.** Realizar, delegar e supervisionar a verificação semanal de itens de segurança correlacionados com eventos de vazamentos de produtos químicos: a. Verificação do funcionamento de válvulas de descarga das contenções de produtos químicos; b. Verificação do chuveiro lava-olhos; c. Verificação estrutural e de segurança dos tanques de produtos químicos, observando a presença de infiltrações, rachaduras ou danos em acessórios.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Armazenamento de Coagulante	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Em caso de vazamento do coagulante, se possível, parar ou estancar o vazamento, isolar o local e verificar se o registro da descarga da contenção está fechado; **2.** Comunicar o supervisor da ETA sobre o ocorrido.
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**1.** Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; **2.** Providenciar o remanejamento do coagulante para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar teste de eficiência no produto derramado na contenção, se apresentar resultados satisfatórios, o produto pode ser devolvido ao tanque para ser utilizado posteriormente; **3.** Aplicar material absorvente (areia ou argila), transferir com pá o líquido restante e o material absorvente para tanques e tambores; **4.** Após absorvido pelo material absorvente e apropriadamente acondicionado, todo material deve ser encaminhado para aterro industrial; **5.** Caso não for possível utilizar a parcela líquida coletada, providenciar a destinação adequada **6.** Após a recuperação, neutralizar a área com cal virgem; **7.** Lavar a área da contenção com jato de água, providenciar o transporte da a água de lavação para o tanque de equalização de efluentes da ETA Central.
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Armazenamento de Hipoclorito de Sódio	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Em caso de vazamento de hipoclorito de sódio, se possível, parar ou estancar o vazamento com o uso de equipamentos de proteção individual. Isolar o local e verificar se o registro da descarga da contenção está fechado; **2.** Comunicar o supervisor da ETA sobre o ocorrido.
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**1.** Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; **2.** Providenciar o remanejamento do hipoclorito de sódio para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar teste de eficiência no produto derramado na contenção, se apresentar resultados satisfatórios, o produto poderá ser utilizado em limpezas; **3.** Aplicar material absorvente (areia ou argila), transferir com pá o líquido restante e o material absorvente para tanques e tambores; **4.** Após absorvido pelo material absorvente e apropriadamente acondicionado, todo material deve ser encaminhado para aterro industrial; **5.** Caso não for possível utilizar a parcela líquida coletada, providenciar a destinação adequada; **6.** Após a recuperação, neutralizar a área com cal virgem; **7.** Lavar a área da contenção com jato de água, providenciar o transporte da a água de lavação para o tanque de equalização de efluentes da ETA Central.
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Vazamento de Ácido Fluossilícico	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Em caso de vazamento de ácido fluossilícico, se possível, parar ou estancar o vazamento com o uso de equipamentos de proteção individual. Isolar o local e verificar se o registro da descarga da contenção está fechado; **2.** Comunicar o supervisor da ETA sobre o ocorrido.
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**1.** Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; **2.** Providenciar o remanejamento do ácido fluossilícico para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar teste de eficiência e qualidade no produto derramado na contenção, se apresentar resultados satisfatórios, o produto poderá ser reutilizado; **3.** Aplicar material absorvente (areia ou argila), transferir com pá o líquido restante e o material absorvente para tanques e tambores; **4.** Após absorvido pelo material absorvente e apropriadamente acondicionado, todo material deve ser encaminhado para aterro industrial; **5.** Caso não for possível utilizar a parcela líquida coletada, providenciar a destinação adequada; **6.** Após a recuperação, neutralizar a área com cal virgem; **7.** Lavar a área da contenção com jato de água, providenciar o transporte da a água de lavação para o tanque de equalização de efluentes da ETA Central.
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Sala de Dosadoras e sistema de dosagem	Técnicos em Operação/ Operadores de ETA	**1.** Ao verificar o vazamento, desligar imediatamente a dosadora; **2.** Comunicar o supervisor e/ou coordenador da ETA sobre o ocorrido;
		Supervisores de ETA Auxiliares de ETA Técnicos em Operação de ETA	**8.** Vestir os itens de proteção necessários: Luvas, avental em PVC ou látex, botas de borracha e óculos de segurança. Se houver formação de vapores / aerossóis, colocar proteção respiratória; **9.** Providenciar o remanejamento do produto que vazou para outro local ou recipiente apropriado, como tambores ou tanques. Realizar teste de eficiência e qualidade no produto derramado, se apresentar resultados satisfatórios, o produto poderá ser reutilizado; **10.** Aplicar material absorvente (areia ou argila), transferir com pá o líquido restante e o material absorvente para tanques e tambores; **11.** Após absorvido pelo material absorvente e apropriadamente acondicionado, todo material deve ser encaminhado para aterro industrial; **12.** Caso não for possível utilizar a parcela líquida coletada, providenciar a destinação adequada; **13.** Após a recuperação, neutralizar a área com cal virgem.
		Técnico (a) Ambiental	**1.** Auxiliar a Coordenação e Supervisão da ETA na destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos remanescentes; **2.** Reportar o incidente às autoridades competentes, conforme exigido pelas condicionantes ambientais.
Quedas ou Picos de	Ações Preventivas	Supervisão de ETA	**1.** Realizar, delegar e supervisionar a verificação mensal do sistema de iluminação de emergência das estruturas da ETA Central.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
Energia Elétrica	Falta de energia	Técnico em Operação / Operadores de ETA da ETA Sul	**1.** Considerando que na ETA Sul existem duas unidades consumidoras de energia, divididas em captação e estação, verificar se a queda de energia aconteceu nos dois locais; **2.** Caso a queda de energia aconteça em apenas uma das unidades, proceder com o desligamento dos componentes da unidade remanescente, efetuando a parada por completo da ETA; **3.** Utilizar o telefone fixo, celular ou rádio de comunicação da ETA Sul para informar a Supervisão ou a Equipe de Operação da ETA Central; **4.** Se possível, realizar o fechamento manual da saída de água filtrada dos quatro filtros da ETA Sul; **5.** **Caso a comunicação da falta de energia na ETA Sul seja feita ao Técnico/Operador da ETA Central,** este deve contatar imediatamente a Supervisão da ETA. Se for queda de energia completa (captação + estação), repassar ao CCO (ramal 9111) para abertura de protocolo junto à Celesc (0800 480 196), unidades consumidoras: 43867830 (ETA) e 4233523 (Captação); **6.** Realizar o monitoramento local do nível do reservatório através da mangueira de nível e informar à Supervisão para tomada de decisões quanto a necessidade de manobras de rede;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Supervisores de ETA	**1.** Ao receber a comunicação da falta de energia na ETA Sul, contatar o CCO para que seja aberto protocolo junto a Celesc; **2.** Caso a queda de energia seja em apenas uma das unidades consumidoras, acionar imediatamente a Coordenadoria de Eletromecânica e Automação para verificação se o problema é externo ou interno. Em caso de ser interno, a equipe de eletromecânica deverá proceder com a solução, caso contrário, seguir protocolo de acionamento da Celesc; **3.** Em caso de a falta de energia ser durante o período noturno, deslocar-se à ETA Sul com luzes de emergência e prestar auxílio à Operação; **4.** Comunicar a Coordenação da ETA; **5.** Acompanhar o evento e monitorar o nível do reservatório. Juntamente à Coordenação da ETA e utilizando procedimento específico de níveis de reservatórios, solicitar manobras de rede ao setor responsável e, se necessário, a emissão de comunicados de possíveis interrupções no fornecimento de água.
	Religar a Estação	Técnico em Operação/ Operador de ETA	**1.** Após o retorno da energia, proceder com o religamento comum da estação. Caso não seja possível religar a captação da ETA pelo Supervisório, utilizar IHM da mesa de operação ou efetuar o acionamento das bombas de forma local pelos IHM's dos inversores; **2.** Caso necessário, solicitar apoio à Supervisão.
	Suporte	Coordenadoria de Eletromecânica e Automação	**1.** Prestar suporte à Coordenadoria da ETA caso algum equipamento não reestabeleça corretamente após o retorno da energia elétrica; **2.** A Supervisão da ETA, juntamente à sua Coordenação, avaliará a situação e comunicarão à Coordenadoria de Eletromecânica e Automação, aplicando a urgência necessária do reestabelecimento do funcionamento do equipamento defeituoso.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Coordenadoria de Tecnologia da Informação	**1.** Prestar suporte para reestabelecimento dos sistemas de informação, especialmente servidores, redes de internet e sistema de supervisório para normalização dos processos de operação automatizados.
		Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Diretor Técnico; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
	Comunicação	Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.
Incêndios em Painéis	Painéis Elétricos	Supervisor, Técnico em Operação/ Operador de ETA e Brigada da Autarquia	**1.** Convocar a brigada de incêndio através dos Técnicos de Segurança da Autarquia; **2.** Aplicar procedimento interno da Autarquia e atender as orientações dos Técnicos de Segurança e da Brigada.

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
Danos nos sistemas de bombeamento	Bombeamento da Captação da ETA Sul	Técnico em Operação de ETA	**Em caso de defeitos e falhas no sistema de bombeamento na captação da ETA Sul** **1.** Após constada a falha em algum conjunto de bombeamento, direcionar-se a Estação de bombeamento da captação da ETA Sul e verificar o conjunto, caso perceba algo fora da normalidade, tais como, acúmulo de água, peças visivelmente danificas e cheiro de queimado, acionar o Supervisor imediatamente; **2.** Em caso de estar tudo aparentemente normal, direcionar-se ao IHM no painel, anotar a falha que está aparecendo no visor e proceder com o reset da bomba e caso não volte a funcionar normalmente, acionar o Supervisor; **3.** Mesmo que após o reset a bomba volte a funcionar normalmente, deixar informado no quadro de avisos a ocorrência, inclusive, anotando a falha que estava aparecendo no IHM; **4.** Realizar rondas na casa de bombas conforme procedimento específico e realizar o monitoramento remoto frequente do local através das câmeras instaladas, buscando visualizar possíveis vazamentos e danos aparentes em componentes do sistema; **5.** Caso o sistema fique inoperante e possa causar problemas com o abastecimento, comunicar ao CCO sobre a ocorrência. **Alagamento na casa de bombas** **1.** Se constatada a presença de água em quantidade anormal na casa de bombas e falha no sistema de desligamento automático através da boia elétrica, realizar o desligamento imediato via supervisório de todos os conjuntos de bombeamento presentes no local; **2.** Caso não seja possível desligar o bombeamento via supervisório, direcionar-se a sala de painéis e utilizar as botoeiras, passando-as para a posição neutra, para desligar os conjuntos que estiverem ligados; **3.** Após realizado os passos anteriores, entrar em contato imediato com os Supervisores;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			4. Comunicar ao CCO sobre a ocorrência; **5.** Não religar nenhum sistema de bombeamento do local alagado sem autorização expressa da Supervisão ou Equipe de Manutenção.
		Supervisores de ETA	**Em caso de defeitos e falhas no sistema de bombeamento na captação da ETA Sul** **1.** Após recebida a informação do defeito ou falha, avaliar a situação, abrir ou solicitar a abertura de uma Ordem de Serviço e comunicar imediatamente a Manutenção Eletromecânica; **2.** Monitorar, juntamente aos Técnicos em Operação, o comportamento do nível dos reservatórios e, se necessário, solicitar apoio a Coordenadoria de Controle de Perdas para realização de manobras de rede. **3.** Se necessário, solicitar à Coordenação a avaliação junto ao Diretor Técnico da necessidade de emissão de comunicados a população de possíveis interrupções no fornecimento de água; **4.** Assegurar que o CCO foi comunicado sobre a ocorrência. **Alagamento na casa de bombas** **1.** Após receber a notificação da ocorrência através do Técnico em Operação, acionar a equipe de Manutenção Eletromecânica e dirigir-se imediatamente ao local; **2.** Assegurar que o CCO foi comunicado sobre a ocorrência. **3.** Não acessar o local alagado antes da liberação por parte da Equipe de Manutenção Eletromecânica; **4.** Não autorizar o religamento do bombeamento desde que autorizado pela Equipe de Manutenção Eletromecânica; **5.** Fechar comportas de entrada da galeria e do poço para sessar a entrada de água para dentro da casa de bombas; **6.** Após sessar o vazamento, verificar se as bombas de drenagem das salas estão funcionando e auxiliando na drenagem do ambiente;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			7. Em casos em que seja necessário, providenciar junto a Manutenção Eletromecânica geradores e bombas para drenagem. Caso necessário, contatar a Coordenadoria de ETE para solicitação de caminhão hidrovácuo; **8.** Após drenado o local, aguardar liberação da Manutenção Eletromecânica para religar os sistemas de bombeamento; **9.** Caso solicitado pela Equipe de Manutenção apoio com caminhão munck, contatar imediatamente a empresa terceirizada responsável pelo serviço; **10.** Monitorar, juntamente aos Técnicos em Operação, o comportamento do nível de reservatórios afetados pela adversidade e, se necessário, solicitar apoio a Coordenadoria de Controle de Perdas para realização de manobras de rede; **11.** Se necessário, solicitar à Coordenação a avaliação junto ao Diretor Técnico da necessidade de emissão de comunicados a população de possíveis interrupções no fornecimento de água.
		Manutenção Eletromecânica	**Em caso de defeitos e falhas no sistema de bombeamento na captação da ETA Sul** **1.** Após recebida a comunicação da Supervisão da ETA sobre a falha ou defeito, direcionar-se a Estação para realizar os reparos necessários e operacionalizar os sistemas que apresentaram defeito; **2.** Se necessário, acionar Equipe de Manutenção terceirizada para auxílio no reparo; **3.** Caso seja necessário uso de caminhão munck, solicitar a Supervisão da ETA para contatar a equipe terceirizada; **4.** Manter a Supervisão e Operação da ETA informados sobre o andamento dos serviços, dando prazos estimados para avaliação de possíveis ocorrências de desabastecimento; **5.** Informar e orientar a Supervisão da ETA quando o conserto estiver finalizado;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			6. Proceder com o religamento do sistema consertado e apenas liberar a operação dele para a Equipe da ETA após asseguradas as condições corretas de funcionamento. **Alagamento na casa de bombas** **1.** Após receber a notificação da ocorrência direcionar-se imediatamente para a Estação; **2.** Ao chegar no local avaliar a situação e, se necessário, providenciar o desligamento da energia do local; **3.** Após constatada a segurança, auxiliar a Supervisão da ETA na drenagem do local; **4.** Após drenado o local, avaliar os danos causados nos sistemas de bombeamento e a segurança para retomada da operação; **5.** Caso seja necessário a substituição dos motores, existem unidades reservas guardadas no Almoxarifado do Samae. Contatar equipes terceirizadas para auxiliar na substituição dos equipamentos, inclusive se houver demanda de revisão das unidades antes da instalação; **6.** Caso seja necessário uso de caminhão munck, solicitar a Supervisão da ETA para contatar a equipe terceirizada; **7.** Manter a Supervisão e Operação da ETA informados sobre o andamento dos serviços, dando prazos estimados para avaliação de possíveis ocorrências de desabastecimento; **8.** Após realizadas as conferências de segurança do local, substituição de motores (se necessário) e assegurada a possibilidade de retomada da operação do sistema, informar e auxiliar a Supervisão no religamento das estações de recalque.
		Coordenação da ETA	**1.** Para ambos os casos, prestar assistência à Supervisão da ETA no desenrolar do evento; **2.** Se necessário, deslocar-se ao local;

EVENTOS ADVERSOS	PONTOS VULNERÁVEIS	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			3. Conforme informações repassadas pela Supervisão e pela Manutenção Eletromecânica, se necessário, proceder com a organização e solicitação de manobras de rede junto ao setor de perdas; **4.** Dentro da necessidade, manter o Diretor Técnico e Presidência informados sobre a situação, para tomada de decisões quanto a emissão de comunicados a população.
		Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Diretor Técnico; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
		Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

8.4 PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA – DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO

Tabela 8-9. Plano de Emergência e Contingência – Distribuição e Reservação.

OCORRÊNCIA	EVENTO	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
Adutoras Principais e Secundárias	Rompimento e Conserto	Técnico/Operador de ETA	**ETA Central** **1.** Em caso de rompimento de uma das seis adutoras principais da ETA Central, desligar imediatamente o sistema de bombeamento e aguardar novas instruções; **2.** A identificação do vazamento poderá ser feita através da observação do aumento repentino da vazão de recalque e/ou queda na corrente da bomba ou através de comunicação vinda do CCO ou equipes externas; **3.** Se percebido o vazamento pela Equipe da ETA Central, informar ao CCO e ao Supervisor responsável pelo turno ou sobreaviso; **4.** O acionamento do bombeamento após conserto será de responsabilidade do Supervisor e por nenhuma hipótese poderá ser realizado sem que haja seu acompanhamento; **5.** Em caso de vazamentos em adutoras secundárias e redução da vazão de distribuição, observar o nível do reservatório e desligar o bombeamento se ele atingir nível máximo conforme reservatório. **ETA Sul** **1.** Como não há bombeamento na distribuição, na ocorrência de vazamentos na sua adutora principal e necessidade de redução considerável na vazão de saída dos reservatórios, o Técnico ou Operador responsável pelo turno deverá monitorar o enchimento do reservatório e quando atingir 100%, desligar a estação.

OCORRÊNCIA	EVENTO	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		CCO – Central de Comando Operacional	**1.** Após recebido a informação do rompimento de alguma adutora, realizar o acionamento emergencial de equipe de manutenção; **2.** Manter a equipe de Operação e Supervisão da ETA informadas sobre o andamento do serviço de conserto, avisando assim que finalizado e pronto para o religamento do bombeamento; **3.** No caso da **ETA Sul**, avisar quando será reaberto o registro de saída do reservatório para que o Técnico/Operador possa realizar o processo de religamento da Estação.
		Controle de Perdas	**1.** Prestar suporte ao CCO e equipe de manutenção de redes na realização de fechamentos de redes, contenção de vazamentos e realização de manobras para minimizar ou mitigar falta d'água; **2.** Auxiliar na realização de descargas de rede após o conserto.
		Equipe de manutenção de redes	**1.** Planejar e executar o conserto da adutora rompida; **2.** Manter informado o CCO sobre o andamento dos serviços; **3.** Realizar descargas na rede; **4.** Informar quando a rede estiver liberada para ligação do bombeamento (ETA Central) ou da Estação (ETA Sul).
		Supervisão de ETA	**1.** Após recebida a informação do rompimento da adutora realizar o acompanhamento do evento; **2.** Identificar junto ao CCO ou equipe de manutenção de redes de água, o tempo estimado para o conserto. Juntamente a Coordenação da ETA, avaliar a possibilidade de interrupções no fornecimento de água; **3.** Se necessário, repassar à Direção Técnica a necessidade de realizar comunicados de possíveis falta da água; **4.** Solicitar à equipe de operação e auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios atingidos, se necessário solicitar manobras de rede ao setor responsável; **5.** Acompanhar, orientar e executar o religamento específico do sistema de bombeamento em casos de rompimento de adutora, após

OCORRÊNCIA	EVENTO	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			o término do conserto. Se necessário, acionar a equipe de manutenção eletromecânica para suporte.
	Acompanhamento dos níveis dos reservatórios e realização de manobras	Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
	Comunicação	Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.
Redes de Grande Diâmetros	Rompimento e Conserto	CCO – Central de Comando Operacional	**1.** Realizar monitoramentos diários e frequentes dos reservatórios, a fim de, identificar aumentos repentinos nas vazões de saída dos reservatórios, que possam indicar a ocorrência de vazamentos; **2.** Após observado ou recebido a informação de possíveis vazamentos em redes de grande diâmetro, notificar o Setor de Perdas para verificação do local e realizar o acionamento da equipe de manutenção de redes; **3.** Manter a equipe de Operação e Supervisão da ETA informadas sobre o ocorrido e o andamento do serviço de conserto, visando observar o comportamento do nível dos reservatórios e necessidade de desligamento de bombas caso o reservatório atinja nível máximo conforme procedimento.
		Técnico/Operador de ETA	**1.** Realizar monitoramentos diários e frequentes das vazões de saída dos reservatórios, com a finalidade de observar aumentos ou reduções repentinas que podem significar a ocorrência de

OCORRÊNCIA	EVENTO	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			vazamentos ou fechamentos de redes, respectivamente. Ao identificar situação adversa, informar imediatamente ao CCO; **2.** Observar o comportamento dos reservatórios durante eventos de vazamentos, se observado que atingiu nível máximo, desligar bombeamentos conforme procedimento; **3.** Se percebidas quedas consideráveis no nível dos reservatórios, informar a Supervisão, para que avaliem a necessidade de possíveis manobras junto ao Setor de Perdas.
		Controle de Perdas	**1.** Prestar suporte ao CCO e equipe de manutenção de redes na realização de fechamentos de redes, contenção de vazamentos e realização de manobras para minimizar ou mitigar falta d'água; **2.** Auxiliar na realização de descargas de rede após o conserto.
		Equipe de manutenção de redes	**1.** Planejar e executar o conserto da rede rompida; **2.** Manter informado o CCO sobre o andamento dos serviços; **3.** Na abertura da rede após conserto, seguir procedimento específico para evitar excesso de pressão na rede; **4.** Realizar descargas na rede; **5.** Informar quando a rede estiver liberada.
	Acompanhamento dos níveis dos reservatórios e realização de manobras	Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Diretor Técnico; **6.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
	Comunicação	Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme

OCORRÊNCIA	EVENTO	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.
Reservatórios	Rompimento	Preventiva – Coordenadoria da ETA	**1.** Manter relatório atualizado anualmente sobre a situação de todos os reservatórios, repassando as necessidades de manutenções observadas durante as visitas para que sejam tomadas as devidas precauções que evitem possíveis colapsos das estruturas de armazenamento de água.
		Técnicos e Operadores de ETA	**1.** Após recebida a informação sobre o rompimento de algum reservatório, dentre os principais, desligar imediatamente o sistema de bombeamento. No caso da ETA Sul, desligar a Estação; **2.** Caso a informação não tenha sido repassada pela Supervisão e/ou Coordenação, entrar em contato imediatamente com uma delas para comunicar o ocorrido; **3.** Não religar a o bombeamento sem que se tenha a devida orientação. No caso da ETA Sul, manter a estação desligada.
		Supervisão e Coordenação da ETA	**1.** Após recebida a informação, deslocar-se imediatamente até o local para verificação dos danos iniciais. Em caso de reservatórios em duplicidade, observar as condições da estrutura remanescente e solicitar suporte a Diretoria Técnica para verificação da segurança em manter a segunda unidade em operação; **2.** No caso da possibilidade de manter um reservatório em funcionamento, solicitar apoio ao Setor de Perdas para realização de manobras para colocá-lo em operação; **3.** Conforme a necessidade, solicitar ao Setor de Perdas manobras de rede para minimização dos impactos de falta de abastecimento; **4.** Informar sobre a ocorrência ao Diretor Técnico, para que ele possa convocar a Equipe Técnica deste Plano de Contingência e aplicar procedimentos cabíveis.
		Comitê de Respostas	**1.** Após o Diretor Técnico receber o comunicado do ocorrido, deverá convocar no mínimo os membros: Coordenador de ETA, Técnica

OCORRÊNCIA	EVENTO	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			Ambiental, Coordenadora de Qualidade e Meio Ambiente, Assessoria Jurídica, dentre outros; **2.** O Diretor Técnico poderá convocar outros setores da Autarquia, além dos mencionados anteriormente para auxiliar na contingência da ocorrência; **3.** Verificar a possibilidade de manobras de rede para mitigação de faltas d'água, bem como verificar a possibilidade de operação do sistema de distribuição com reservatórios em duplicidade; **4.** Realizar visita no local e elaborar relatório dos danos ocasionados pelo rompimento do reservatório. Avaliar também os impactos sociais causados; **5.** Implantar plano de ação conforme relatório de danos ocasionados pelo rompimento do reservatório.
	Acompanhamento dos níveis dos reservatórios e realização de manobras	Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água. As manobras serão solicitadas pela Coordenadoria da ETA ou pelo Diretor Técnico; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros.
	Comunicação	Diretor Técnico	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.
Sabotagem	Todas as unidades do SAA	Equipe Técnica	**1.** **Em caso de danos físicos ou estruturais:** a. Executar reparos nas instalações danificadas; transferir água entre setores de abastecimento, com o objetivo de atender,

OCORRÊNCIA	EVENTO	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
			temporariamente, a população atingida pela falta de água localizada; promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa; acionar a polícia militar para investigar o ocorrido. **2. Em caso de contaminação da água provocada por sabotagem:** a. Interrupção do abastecimento até a conclusão de medidas saneadoras; b. Acionamento emergencial de Equipe Técnica para avaliação da ocorrência e criação de plano de ação e resposta; c. Acionamento dos meios de comunicação alerta de água imprópria para consumo; d. Acionamento do Corpo de Bombeiros e Defesa Civil; e. Informar ao órgão ambiental competente; f. Conforme necessidade, a Equipe Técnica solicitará manobras de rede ou abastecimento de locais de maior criticidade com caminhões pipas. **3. Prevenção:** a. Promover educação ambiental sobre a importância de preservar os equipamentos e os sistemas de abastecimento de água, evidenciando os prejuízos físicos e financeiros que isso pode causar à população do município; b. Implantar e executar serviço permanente de manutenção e monitoramento do sistema de captação, baseados em programas sistemáticos de caráter preventivo.
Danos em sistemas de distribuição	Bombeamento secundário (ERAT's,	Central de Comando Operacional - CCO	**1.** Após constatadas anormalidades no sistema de distribuição via supervisório ou através de comunicação externa de falta d'água, contatar as equipes de Controle de Perdas e Manutenção Eletromecânica para averiguação do problema;

OCORRÊNCIA	EVENTO	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
	Boosters, VRP's e Telemetria)		**2.** Caso o problema estiver relacionado com falta de energia elétrica, abrir protocolo de atendimento para a unidade juntamente à Celesc; **3.** Em caso de atingir sistemas de reservação (por exemplo Águas Claras, Krause, Molha, Ribeirão Cavalo, dentre outros), realizar o monitoramento dos níveis e repassar informações à Coordenadoria de Perdas para avaliação da necessidade de manobras de redes e mesmo atendimento com caminhão pipa de locais de maior criticidade.
		Manutenção Eletromecânica	**1.** Após recebida a comunicação através do CCO ou Equipe de Controle de Perdas, deslocar-se ao local para averiguação e solução do problema; **2.** Se necessário, acionar Equipe de Manutenção terceirizada para auxílio no reparo; **3.** Caso seja necessário uso de caminhão munck, solicitar ao CCO auxílio. Pode ser solicitado também apoio a Supervisão da ETA nesse caso; **4.** Manter o CCO e Controle de Perdas informados sobre o andamento dos serviços, dando prazos estimados para avaliação de possíveis ocorrências de desabastecimento, inclusive quando o conserto estiver finalizado; **5.** Proceder com o religamento do sistema consertado e apenas liberar a operação dele após asseguradas as condições corretas de funcionamento.
		Coordenadoria de Controle de Perdas e CCO	**1.** Auxiliar no monitoramento dos níveis dos reservatórios e na realização de manobras de redes conforme necessidade para minimizar ou mitigar problemas com o desabastecimento de água; **2.** Conforme necessidade, providenciar caminhões pipas para abastecimento de locais críticos, como hospitais, postos de saúde, escolas, dentre outros; **3.** Repassar informações ao Diretor de Obras para avaliação da necessidade de emissão de comunicados à população.

OCORRÊNCIA	EVENTO	RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS E AÇÕES
		Diretor de Obras	**1.** De forma conjunta com a Presidência da Autarquia, avaliar a necessidade e desenvolver protocolo de comunicação à População.
		Assessoria de Comunicação do SAMAE	**1.** Realizar a divulgação das informações para a população nas mídias sociais, comunicados à imprensa, dentre outras ações conforme protocolo desenvolvido pela Diretoria Técnica e Presidência da Autarquia.

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

8.5 REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

O Plano de Emergência e Contingência deve ser visto como um documento dinâmico, pois os problemas surgem, as situações se alteram, falhas são identificadas, a legislação sofre mudanças e novos conhecimentos são agregados. Por isso, o Plano de Emergência e Contingência deve passar por uma manutenção sistemática, que garanta a sua aplicabilidade ao longo do tempo.

Assim, o SAMAE deverá promover a elaboração de novos planos de atuação e revisão do existente para novos tipos de ocorrências que possam surgir, garantindo a eficácia deste.

CAPÍTULO VII

9 DESENVOLVIMENTO DOS PLANOS E PROGRAMAS

A implantação de medidas de controle e melhorias no sistema de abastecimento de água é um dos pilares do Plano de Segurança da Água (PSA), ferramenta preconizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e formalizada no Brasil por meio da Portaria GM/MS nº 888/2021. Esta etapa operacional transforma o diagnóstico técnico, a análise de riscos e a identificação de pontos críticos de controle (PCCs) em ações estruturadas, mensuráveis e auditáveis, voltadas à mitigação de perigos e à promoção contínua da qualidade da água destinada ao consumo humano.

O PSA do município de Jaraguá do Sul, elaborado pela A2N Engenharia em conjunto com o SAMAE, contempla todas as fases críticas do sistema de abastecimento – da captação ao consumo – e reconhece, com base em metodologias consagradas (ABNT NBR 17080:2023, ISO 22000, Codex Alimentarius), os riscos físicos, químicos e biológicos que podem comprometer a potabilidade da água.

Diante disso, o desenvolvimento dos planos e programas de controle e melhorias busca assegurar que cada risco identificado seja adequadamente prevenido, eliminado ou controlado a níveis aceitáveis por meio de intervenções técnicas planejadas, ações operacionais corretivas e estratégias de contingência bem definidas.

Esta fase do PSA é, portanto, mais que um desdobramento técnico: trata-se da materialização prática de um sistema de gestão de riscos robusto, pautado em evidências, em prioridades validadas por matriz de risco e em protocolos normativos. Ela envolve, entre outras exigências: a estruturação de planos de ação com responsabilidades, prazos e justificativas; a elaboração de cronogramas detalhados com base em criticidade e viabilidade técnica; a definição de indicadores de monitoramento e verificação; e a implementação de um sistema documental completo, acessível e permanentemente atualizado.

Dessa forma, o presente estudo detalha o desenvolvimento dessa etapa essencial, reunindo todos os requisitos previstos no Termo de Referência e articulando-os com os achados técnicos das Etapas 1 e 2 do PSA de Jaraguá do Sul, oferecendo um panorama claro e tecnicamente fundamentado sobre como o município irá garantir a continuidade do fornecimento de água segura, resiliente e de qualidade, mesmo diante de cenários adversos.

9.1 DESENVOLVIMENTO DOS PLANOS E PROGRAMAS PARA IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE E MELHORIAS

A materialização das ações previstas no PSA ocorre por meio da elaboração de planos e programas técnicos estruturados, que promovem a transição entre o diagnóstico de riscos e a implementação de soluções técnicas, operacionais e administrativas no sistema de abastecimento. A efetividade dessa etapa depende de uma abordagem sistemática, capaz de integrar os diversos setores do SAMAE e os resultados da análise de perigos críticos.

Cada medida de controle proposta deve ser vinculada a um plano de ação detalhado, contemplando os elementos essenciais à sua rastreabilidade e ao seu monitoramento. A seguir, são descritos os aspectos obrigatórios para a elaboração dos planos de ação:

a) Objetivo da ação de melhoria e justificativa de sua adoção

O objetivo de cada ação deve estar alinhado com a redução da exposição ao risco identificado e a conformidade com os padrões de potabilidade definidos na legislação sanitária brasileira e nas diretrizes internacionais. A justificativa técnica é baseada nas análises desenvolvidas nas Etapas 1 e 2, com embasamento em evidências de vulnerabilidades operacionais, estruturais e ambientais.

Exemplos de objetivos:

- Melhorar a resiliência operacional da ETA Central diante de falhas elétricas;
- Reduzir a exposição de operadores a agentes químicos perigosos (ex. cloro gás, ácido fluossilícico);

- Assegurar a eficiência da desinfecção final mediante controle preciso do residual de cloro.

As justificativas são amparadas por questionários técnicos respondidos para cada unidade operacional, conforme evidenciado entre as Tabela 6-1 à Tabela 6-113.

b) Ação específica a ser adotada para a melhoria

Cada medida proposta deve detalhar as ações técnicas e administrativas necessárias para mitigar o risco identificado, incluindo:

- Intervenções físicas (ex: construção de muretas de contenção de produtos químicos, substituição de tubulações danificadas, instalação de sensores);
- Aprimoramentos operacionais (ex: revisão de POPs, implementação de planos de contingência);
- Atualizações tecnológicas (ex: instalação de sistemas de automação com redundância, sensores online de qualidade da água);
- Capacitação técnica (ex: treinamentos em resposta a emergências químicas e biológicas).

Cada ação será especificada em projeto executivo, acompanhado de memoriais descritivos e fluxogramas atualizados do sistema.

c) Responsável pela implementação da ação de melhoria

O responsável pela ação deve ser identificado por função ou nome, com atribuições técnicas específicas e hierarquia definida. A implementação será coordenada por:

- SAMAE, por meio do Diretor Técnico e dos Coordenadores de ETA e Laboratório;
- Empresa terceirizada, como responsável pela assessoria técnica e validação das soluções;
- Fornecedores contratados, para ações que exijam obras ou fornecimento de equipamentos especializados.

Esse modelo de governança garante a divisão clara de responsabilidades, alinhamento técnico e rastreabilidade da execução.

d) Data de execução

As datas deverão ser organizadas com base na matriz de criticidade dos riscos identificados. A priorização deve considerar:

- Riscos com impacto alto e alta probabilidade de ocorrência;
- Ações com viabilidade orçamentária e técnica imediata;
- Obrigações legais ou normativas de curto prazo.

Essas datas comporão o cronograma detalhado, com prazos categorizados em imediatos, curto, médio e longo prazo.

e) Estado da ação

Cada ação será classificada, conforme seu andamento, nos seguintes status:

- Não iniciada;
- Em andamento;
- Concluída;
- Reprogramada (com justificativa técnica e novo cronograma);
- Suspensa (quando vinculada a fatores externos, como licenciamento ambiental).

Esses estados serão atualizados em relatórios bimestrais de acompanhamento interno e auditorias semestrais.

f) Reuniões onde se avaliaram e aprovaram as opções de controle

O processo decisório foi conduzido com base em:

- Oficinas técnicas realizadas entre a equipe da empresa terceirizada e os profissionais do SAMAE;
- Aplicação da árvore decisória para definição de PCCs, conforme a NBR 17080 e a ISO 22000;

- Deliberação final por meio de reuniões com atas documentadas, registrando os critérios técnicos adotados e os responsáveis pelas aprovações.

A participação ativa do corpo técnico do SAMAE assegura a aderência prática das soluções propostas à realidade operacional do sistema.

g) Especificações de projeto, documentação técnica e desempenho esperado

Cada plano de ação incluirá:

- Especificações técnicas de equipamentos e materiais (ex: dosadores, válvulas, sensores);
- Memoriais de cálculo e dimensionamento hidráulico, elétrico ou estrutural;
- Planilhas de custo estimado e cronograma físico-financeiro;
- Parâmetros de desempenho esperados, como redução de turbidez, estabilidade de cloro residual, eficiência de contenção de reagentes ou tempo de resposta a emergências.

Essa documentação será validada pela fiscalização do contrato e mantida em repositório técnico acessível à equipe de gestão do PSA.

Para apoiar a elaboração detalhada do “Desenvolvimento dos planos e programas para implantação das medidas de controle e melhorias” — é altamente recomendável o uso de uma tabela estruturada que permita consolidar, visualizar e monitorar cada ação de forma sistemática, com base em todos os subitens exigidos (a à g).

A seguir, apresenta-se um modelo de tabela recomendado, compatível com o nível técnico de um PSA e apropriado para utilização em relatórios, sistemas de gestão ou planilhas de controle.

Tabela 9-1. Modelo de Tabela – Plano de Ação para Implantação das Medidas de Controle e Melhorias (Exemplos).

Nº	OBJETIVO DA AÇÃO DE MELHORIA	JUSTIFICATIVA TÉCNICA	AÇÃO ESPECÍFICA	RESPONSÁVEL	PRAZO DE EXECUÇÃO	ESTADO ATUAL	REUNIÕES DE APROVAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E REFERÊNCIAS
1	Reduzir risco de vazamento de cloro gás na ETA Central	Alta criticidade conforme análise de perigos (Tabela 3.39, Etapa 2)	Instalação de sistema de exaustão forçada e detector de gás com alarme sonoro	Coord. de ETA / A2N Engenharia	05/2025	Em planejamento	Reunião Técnica 02/2025 – Ata 03	ABNT NBR 14605, FDS Cloro Gás, Manual do Equipamento XYZ
2	Garantir desinfecção contínua na rede	Instabilidade no residual de cloro em pontos distantes (Tabela 3.72)	Instalação de 3 pontos de re-cloração automática	Coord. Distribuição / Fornecedor contratado	07/2025	Não iniciada	Reunião Técnica 03/2025 – Ata 05	Projeto executivo de re-cloração – A2N, ISO 20645
3	Evitar contaminação cruzada no laboratório	Risco identificado nas análises microbiológicas (Tabela 3.91)	Reestruturação da área de esterilização e aquisição de nova autoclave	Coord. de Laboratório	06/2025	Em execução	Reunião Técnica 03/2025 – Ata 04	Manual do fabricante, RDC 275/2002 – Anvisa
4	Mitigar riscos estruturais no reservatório R3	Presença de trincas e infiltrações (Tabela 3.77)	Reparo estrutural e aplicação de revestimento interno epóxi	Equipe de Obras / Fiscalização SAMAE	09/2025	Não iniciada	Reunião Técnica 04/2025 – Ata 07	Laudo de engenharia, Norma ABNT NBR 12216:2020

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

9.2 CRONOGRAMA TÉCNICO DETALHADO PARA IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE E MELHORIAS

A implantação das ações previstas no Plano de Segurança da Água requer um cronograma técnico estruturado, validado e gerenciado com base em critérios de risco, viabilidade técnica, orçamento e prioridade sanitária. Este cronograma precisa ser aprovado pela fiscalização contratual (SAMAE) e esteja alinhado à lógica de priorização por criticidade de risco, permitindo que ações emergenciais e estruturantes sejam implementadas com eficiência e rastreabilidade.

I. FUNDAMENTOS DA PRIORIZAÇÃO

A metodologia adotada para priorização das ações teve como base os seguintes critérios técnicos:

Tabela 9-2. Critérios para priorização das ações

CRITÉRIO	JUSTIFICATIVA TÉCNICA
Grau de Risco (Severidade × Probabilidade)	Matriz de Risco desenvolvida nas Etapas 1 e 2, com base nas metodologias da NBR 17080:2023 e da OMS (WHO, 2004).
Viabilidade Técnica e Orçamentária	Considera a complexidade técnica da ação, disponibilidade de tecnologias e recursos financeiros.
Relevância Sanitária	Ações com impacto direto na qualidade da água e na segurança do consumo são priorizadas.
Dependência de Obras Civis ou Fornecimentos	Ações com maior prazo de contratação ou execução são programadas em médio ou longo prazo.
Condicionalidades Legais ou Ambientais	Algumas ações dependem de licenciamento ambiental, aprovação regulatória ou liberação de recursos.

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

II. CLASSIFICAÇÃO TEMPORAL DAS AÇÕES

O cronograma foi organizado em quatro faixas temporais, conforme o grau de prioridade:

- Imediatas (0–3 meses): ações críticas que devem ser iniciadas assim que aprovadas, como implantação de planos de contingência, respostas a não conformidades ou intervenções emergenciais.
- Curto prazo (3–6 meses): melhorias com execução direta e baixa complexidade técnica.
- Médio prazo (6–12 meses): ações que exigem planejamento executivo, aquisição de equipamentos ou contratação de serviços especializados.
- Longo prazo (12–36 meses): obras estruturantes ou reformas sistêmicas que demandam recursos elevados e intervenções operacionais complexas.

Tabela 9-3. Proposta de Cronograma Detalhado (Exemplo Aplicado)

Nº	AÇÃO PROPOSTA	PRAZO ESTIMADO	PRIORIDADE	JUSTIFICATIVA TÉCNICA	RESPONSÁVEL
1	Instalação de detector de gás e ventilação na sala de cloro – ETA Central	0–3 meses	Imediata	Risco químico elevado (Tabela 3.39 – Etapa 2)	Coord. ETA / Fornecedor
2	Reforço no protocolo de coleta e análise microbiológica	3–6 meses	Curto prazo	Inconsistência nas análises de coliformes (Tabela 3.91 – Etapa 2)	Coord. Laboratório
3	Substituição de válvulas antigas na rede de distribuição	6–12 meses	Médio prazo	Ocorrência de falhas de estanqueidade e rupturas	Coord. de Distribuição
4	Implantação de redundância elétrica na Captação ETA Sul	6–12 meses	Médio prazo	Interrupções frequentes no fornecimento (Tabela 3.106 – Etapa 2)	Coord. de Manutenção
5	Reforma estrutural do reservatório R3 (impermeabilização e cobertura)	12–24 meses	Longo prazo	Trincas estruturais e infiltrações detectadas	Eng. Civil / Obras

Nº	AÇÃO PROPOSTA	PRAZO ESTIMADO	PRIORIDADE	JUSTIFICATIVA TÉCNICA	RESPONSÁVEL
				(Tabela 3.77 - Etapa 2)	
6	Implantação de estação de re-cloração em setor extremo da rede	12–36 meses	Longo prazo	Perda de eficiência de desinfecção e variação de cloro residual (Tabela 3.72 - Etapa 2)	SAMAE / Terceiros

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

III. CONSOLIDAÇÃO E VALIDAÇÃO DO CRONOGRAMA

O cronograma deve ser consolidado em formato gráfico (ex: *Gantt* ou cronograma físico-financeiro) e revisado periodicamente a partir de:

- Relatórios de andamento das ações;
- Indicadores operacionais de desempenho (p. ex., turbidez média, cloro residual, índice de não conformidade);
- Reprogramações justificadas, mediante alterações na viabilidade técnica, restrições operacionais ou novas diretrizes legais.

A aprovação e validação do cronograma serão realizadas em reuniões técnicas com registro em ata, sob supervisão da equipe gestora do contrato.

Para facilitar a execução e o acompanhamento sistemático do item — Validação, monitoramento e verificação dos planos de ação —, é recomendável utilizar uma tabela estruturada que permita:

- Consolidar as ações implantadas;
- Vincular os responsáveis e as datas-chave;
- Registrar os mecanismos de monitoramento e verificação aplicados;
- Controlar a eficácia das ações com base em evidências e indicadores.

Tabela 9-4. Modelo de Tabela – Validação, Monitoramento e Verificação das Ações do PSA (Exemplos).

Nº	AÇÃO IMPLANTADA	DATA DE IMPLANTAÇÃO	RESPONSÁVEL TÉCNICO	MÉTODO DE MONITORAMENTO	INDICADORES DE DESEMPENHO	FREQUÊNCIA DE VERIFICAÇÃO	EVIDÊNCIA DE EFICÁCIA	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
1	Instalação de detector de gás cloro na ETA Central	10/05/2025	Coord. ETA	Sensor online + alarme visual/sonoro	Detecção em tempo real; Tempo de resposta	Contínuo (online)	Alarme funcional, teste semanal registrado	Concluído	Necessário treinamento periódico
2	Reestruturação do laboratório microbiológico	15/06/2025	Coord. Laboratório	Registro de análises, controle de contaminação cruzada	Percentual de análises com resultados válidos	Mensal	Redução de falhas e retrabalho em 90 dias	Em verificação	Nova autoclave em processo de calibração
3	Substituição de válvulas da rede setorial X	Previsto: 08/2025	Coord. de Distribuição	Inspeção visual, manobra controlada	Pressão estabilizada, ausência de vazamentos	Trimestral	Redução de reclamações de usuários e perdas	Planejado	Aguardar licitação de materiais
4	Implantação de redundância elétrica ETA Sul	Previsto: 11/2025	Coord. Manutenção / Eng. Elétrico	Monitoramento SCADA + testes de contingência	Tempo médio sem abastecimento (TMSA)	Semestral	Redução de paralisações por falha elétrica	Planejado	Em fase de elaboração de projeto executivo

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

Explicação das colunas:

- **Método de Monitoramento**: Define como o desempenho da ação será acompanhado (sensores, inspeções, coleta de dados operacionais).
- **Indicadores de Desempenho**: Parâmetros mensuráveis vinculados à eficácia da ação (ex: turbidez, residual de cloro e TMSA (Tempo máximo de Solução da Anomalia).
- **Evidência de Eficácia**: Documento ou dado concreto que comprove o impacto positivo da medida (ex: relatórios, gráficos, registros de campo).
- **Frequência de Verificação**: Define a periodicidade para revisão sistemática da ação.

9.3 ESTRUTURA E REQUISITOS DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO PSA

A eficácia do Plano de Segurança da Água depende diretamente da qualidade, integridade e acessibilidade da documentação técnica e administrativa gerada ao longo de sua elaboração, implantação e atualização. A documentação deve permitir que os responsáveis pela operação, fiscalização e gestão do sistema possam compreender, executar e revisar as ações previstas, assegurando a continuidade da segurança da água fornecida à população.

O PSA deve incluir um conjunto abrangente de documentos, agrupados conforme descrito a seguir:

I. AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

Conteúdo Requerido:

- Diagrama unifilar do sistema;
- Mapas hidráulicos atualizados;
- Diagnóstico técnico do sistema (captação, adução, tratamento, reservação, distribuição);
- Capacidade instalada vs. demanda atual;
- Vulnerabilidades operacionais, estruturais e ambientais.

II. RESULTADOS DA ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS

Conteúdo Requerido:

- Identificação de PCCs, PCs, PCAs e PAs com base em matriz de risco;
- Aplicação da árvore decisória;
- Registro das fontes de risco físico, químico e biológico;
- Justificativa técnica da classificação de criticidade.

III. AÇÕES DE CONTROLE DESENVOLVIDAS

Conteúdo Requerido:

- Medidas de mitigação e prevenção por PCC;
- Documentos de referência normativa;
- Planos de ação, com detalhamento técnico.

IV. PLANOS E PROGRAMAS DESENVOLVIDOS

Conteúdo Requerido:

- Planos de manutenção preventiva e corretiva;
- Programa de limpeza de reservatórios;
- Programa de substituição de válvulas e ramais;
- Programas de automação e modernização de instalações;
- Plano de calibração de instrumentos.

V. MONITORAMENTO OPERACIONAL PROGRAMADO

Conteúdo Requerido:

- Roteiros de coleta e análise de amostras;
- Pontos fixos de monitoramento com geolocalização;
- Protocolos laboratoriais (POP de coleta, transporte e análise);
- Indicadores operacionais e metas de desempenho.

VI. PROCEDIMENTOS SISTEMATIZADOS PARA A GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Conteúdo Requerido:

- Manual de operação padronizado;
- Procedimentos operacionais padrão (POPs) por unidade de processo;
- Plano de comunicação de incidentes e não conformidades;
- Fluxos de comunicação interna e externa.

VII. PROGRAMAS PARA RENOVAÇÃO E APRIMORAMENTO DO SISTEMA

Conteúdo Requerido:

- Plano diretor de modernização tecnológica;
- Programa de substituição de componentes obsoletos;
- Estudos para ampliação das ETAs e adutoras;
- Indicadores de obsolescência e vida útil de ativos.

VIII. PLANOS DE EMERGÊNCIA E RESPOSTA A INCIDENTES

Conteúdo Requerido:

- Planos de contingência por tipo de evento (químico, biológico, hidráulico, estrutural);
- Matriz de responsabilidades (SAMAE, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros);
- Plano de comunicação pública em situações de risco;
- Simulados e treinamentos periódicos.

IX. ATIVIDADES DE CAPACITAÇÃO E FORMAÇÃO DAS EQUIPES

Conteúdo Requerido:

- Plano anual de capacitação;
- Registro de treinamentos realizados;
- Grade de cursos obrigatórios por função;
- Parcerias com instituições de ensino ou consultorias técnicas.

X. RESULTADOS DE AUDITORIAS DE AVALIAÇÃO

Conteúdo Requerido:

- Auditorias internas documentadas;
- Relatórios de conformidade e não conformidades;
- Planos de ação corretiva;
- Registro de reavaliações periódicas.

XI. CONTROLE DE REVISÕES

Conteúdo Requerido:

- Registro de versões de documentos;
- Histórico de modificações;
- Responsáveis pelas alterações;
- Controle de distribuição dos documentos atualizados.

Para facilitar a execução, organização e acompanhamento, é essencial contar com uma tabela de controle de documentação técnica do PSA. A tabela proposta a seguir permite:

- Verificar se cada tipo de documento exigido está disponível;
- Controlar a versão e o responsável técnico;
- Indicar o status de elaboração;
- Apontar onde está armazenado o documento e qual sua última atualização.

Tabela 9-5. Modelo de Tabela – Controle de Documentação Técnica do PSA (Exemplos de situações).

Nº	DOCUMENTO OBRIGATÓRIO	DESCRIÇÃO TÉCNICA	SITUAÇÃO ATUAL	VERSÃO	RESPONSÁVEL	LOCAL DE ARMAZENAMENTO	ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
1	Avaliação do sistema de abastecimento	Diagnóstico completo com mapas, fluxogramas e análise de capacidade	Concluído	V1	A2N Engenharia	Pasta "ETAPA_01_DIAG" / SAMAE	01/2025	Validado na Etapa 1
2	Análise de perigos e PCCs	Tabelas 3.1 a 3.115 + justificativas técnicas e árvore decisória	Concluído	V1	A2N / Coord. ETA	Pasta "ETAPA_02_RISCO"	03/2025	PCCs aprovados em reunião técnica
3	Planos de controle por setor	Ações, metas, limites operacionais por subsistema	Em elaboração	–	Coord. Técnico SAMAE	Em digitalização	–	Consolidação em andamento
4	Programa de manutenção e limpeza	POPs de manutenção, troca de válvulas, limpeza de reservatórios	Parcial	V0	Coord. Manutenção	Diretoria Técnica – impressos	11/2024	Requer atualização e integração ao PSA
5	Monitoramento operacional	Roteiro de amostragem, parâmetros, frequência, POPs analíticos	Parcial	V0	Coord. Laboratório	Sistema interno do laboratório	12/2024	Aguardando unificação com sistema do PSA
6	Manual de operação e comunicação	Procedimentos padronizados + plano de comunicação de risco	Em elaboração	–	A2N / Comunicação	–	–	Em revisão técnica
7	Programas de modernização e expansão	Planejamento de obras estruturantes e substituição tecnológica	Em estruturação	–	Diretoria Técnica	Pasta "Planejamento Estratégico"	–	Compatibilizar com Plano Diretor
8	Planos de emergência	Respostas a vazamentos, contaminações e falhas críticas	Em elaboração	–	Coord. Operações / Defesa Civil	Pasta "Contingência PSA"	–	Integrar com Defesa Civil e Bombeiros

Nº	DOCUMENTO OBRIGATÓRIO	DESCRIÇÃO TÉCNICA	SITUAÇÃO ATUAL	VERSÃO	RESPONSÁVEL	LOCAL DE ARMAZENAMENTO	ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
9	Plano de capacitação	Treinamentos técnicos, fichas de presença, registro de formações	Parcial	–	RH / Coord. de ETA	Recursos Humanos – pasta PSA	02/2025	Treinamento químico já iniciado
10	Relatórios de auditoria	Relatórios internos, planos de ação corretiva, evidências de conformidade	Não iniciado	–	Coord. de Qualidade	A definir	–	Previsto para após 1º ciclo de ações
11	Controle de revisões	Registro de alterações e distribuição documental	Em operação	V1 – PSA/2025	A2N Engenharia	Planilha de Controle PSA	Atualizado mensalmente	Documento ativo

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

Recomendações para uso:

- Esta tabela pode ser mantida como arquivo vivo**,** atualizado regularmente;
- Sugere-se armazená-la em formato Excel com controle de filtros por status, área responsável e data;
- Pode ser vinculada a um sistema informatizado de gestão da qualidade**,** com alertas de revisão e pendências.

9.4 REGISTROS DE DESEMPENHO DO SISTEMA E CONFORMIDADE OPERACIONAL

Os registros de desempenho são instrumentos-chave para evidenciar a eficácia das medidas implantadas no âmbito do Plano de Segurança da Água (PSA). Esses registros permitem:

- Demonstrar a conformidade com os limites de referência definidos nos PCCs;
- Monitorar a estabilidade operacional do sistema;
- Subsidiar a tomada de decisão em tempo real ou em revisões periódicas;
- Registrar desvios, falhas e ações corretivas implementadas.

Os registros devem abranger dados oriundos de diversas fontes:

Tabela 9-6. Tipos de Registros Necessários (Exemplos)

FONTE	TIPOS DE REGISTROS
Laboratórios internos/externos	Análises microbiológicas, físico-químicas e organolépticas (ex: pH, cloro, turbidez, E. coli, cor)
Equipamentos de monitoramento online	Leituras contínuas de sensores instalados (cloro, ORP, vazão, condutividade)
Inspeções operacionais	Checklists de campo, verificação de equipamentos, presença de vazamentos ou falhas
Registros de manutenção	Planilhas de intervenções corretivas e preventivas
Ocorrências e eventos anômalos	Fichas de não conformidade, registros de paralisações, boletins de ocorrência técnica

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

I. PADRÕES DE REGISTRO E ARMAZENAMENTO

Os dados devem ser registrados de forma:

- Padronizada: utilizando planilhas, formulários e sistemas digitais com campos fixos;
- Datada e assinada: por responsável técnico com identificação da origem da informação;
- Centralizada e segura: preferencialmente em plataformas digitais integradas, como o sistema de gestão técnica do SAMAE;
- Auditável: com versionamento e trilha de alterações.

II. ACESSIBILIDADE DOS REGISTROS

Os registros devem permanecer disponíveis a todos os responsáveis pela operação, fiscalização e gestão, incluindo:

- Equipe interna do SAMAE (laboratório, operação, manutenção);
- Fiscalização contratual;
- Autoridade sanitária local (Vigilância em Saúde);
- Empresa contratada para implementação do PSA;
- Órgãos de auditoria e controle externo, mediante solicitação.

9.5 SIMPLICIDADE E DETALHAMENTO DOS SISTEMAS DE DOCUMENTAÇÃO

A documentação do PSA, especialmente aquela relacionada a não conformidades, acidentes e emergências, deve equilibrar dois atributos essenciais:

- Simplicidade no acesso e no preenchimento — para garantir seu uso operacional em campo;
- Detalhamento técnico suficiente — para permitir avaliação, prevenção e aprendizado organizacional.

I. DOCUMENTAÇÃO RELEVANTE PARA RESPOSTA A EVENTOS

Tabela 9-7. Eventos e documentações obrigatórias.

TIPO DE EVENTO	DOCUMENTAÇÃO OBRIGATÓRIA
Não conformidades	Formulário padronizado de registro, análise de causa, responsável e ação corretiva
Acidentes operacionais	Relatório de ocorrência técnica, laudo fotográfico, plano de resposta, cronograma de correção
Contaminações químicas ou biológicas	Registro do evento, medidas tomadas, comunicação à Vigilância Sanitária e população
Falhas elétricas, estruturais ou hidráulicas	Diário de bordo técnico, relatório de recuperação, plano de prevenção de recorrência
Emergências externas (enchentes, vandalismo, falta de insumos)	Atas de reunião com Defesa Civil, Plano de Contingência ativado, documentos comprobatórios

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

II. INTEGRAÇÃO COM O PSA E APRENDIZADO ORGANIZACIONAL

Cada evento deve gerar:

- Registro oficial e arquivamento eletrônico;
- Entrada em banco de dados do PSA para retroalimentação da análise de risco;
- Avaliação em reunião técnica periódica, para identificação de falhas sistêmicas;
- Atualização dos planos e POPs, sempre que necessário.

Além disso, deve ser mantido um histórico de todos os eventos, com lições aprendidas e medidas de reforço, como treinamentos, revisões de projeto ou investimentos em redundância.

Apresenta-se, a seguir, um modelo de tabela destinado à documentação e ao controle de não conformidades, acidentes e emergências, com o propósito de consolidar informações críticas, fortalecer o aprendizado organizacional e facilitar a identificação ágil de falhas sistêmicas.

Tabela 9-8. Modelo de Tabela – Registro e Gestão de Não Conformidades, Acidentes e Emergências (Exemplos)

Nº	TIPO DE EVENTO	DATA/HORA	LOCAL	DESCRIÇÃO DA OCORRÊNCIA	RESPONSÁVEL PELO REGISTRO	AÇÃO IMEDIATA ADOTADA	ANÁLISE DE CAUSA	MEDIDA CORRETIVA	SITUAÇÃO ATUAL	DOCUMENTO DE REFERÊNCIA/ EVIDÊNCIA
1	Não conformidade operacional	10/04/2025 – 14h	ETA Central – Dosagem de cloro	Falha na dosagem de cloro (ausência de residual)	Operador de turno	Recalibrado sistema e aumentada dosagem manual	Sensor de vazão descalibrado	Substituição do sensor + recalibração geral	Resolvido	Registro NC #2025-014, Foto técnica, Log SCADA
2	Emergência química	28/03/2025 – 08h	Almoxarifado de produtos químicos	Vazamento de cloro gás em cilindro	Técnico de segurança	Isolamento da área + ventilação forçada + EPI	Vedação comprometida e manuseio inadequado	Reforço no treinamento + troca de válvulas	Resolvido	Relatório de incidente #E-2025-002, FDS Cloro, BO
3	Acidente estrutural	17/02/2025 – 17h	Reservatório R3	Trinca longitudinal com vazamento lateral	Eng. de Obras	Interdição imediata do reservatório	Estrutura antiga, sem manutenção recente	Reparo estrutural + impermeabilização epóxi	Em execução	Laudo Eng. Estrutural, Relatório Fotográfico
4	Não conformidade laboratorial	05/03/2025 – 11h	Laboratório – ETA Sul	Resultado divergente em E. coli entre duas amostras	Analista de laboratório	Coleta repetida + reanálise confirmatória	Frasco esterilizado de forma incompleta	Reforço no POP de esterilização + nova autoclave	Resolvido	Registro de NC LAB #2025-007, POP rev. 2

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

9.6 PROGRAMAS ESPECÍFICOS

No âmbito do Plano de Segurança da Água (PSA) elaborado para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) em questão, verificou-se, por meio da avaliação sistemática de riscos, que não há necessidade de intervenções emergenciais ou correções estruturais de grande porte em relação ao desenvolvimento de planos e programas para implementação das medidas de controle e melhorias. Entretanto, considerando a identificação de Pontos de Controle Críticos (PCCs) no sistema, torna-se essencial o desenvolvimento de programas específicos de controle, monitoramento e melhoria contínua, de forma a garantir a manutenção da qualidade da água e a proteção da saúde pública.

As ações propostas concentram-se na prevenção de riscos potenciais associados aos PCCs, reforçando práticas de operação e manutenção, sem a necessidade de obras civis significativas. Os planos de ação se referem aos procedimentos que serão adotados para a implantação das ações de controle identificadas.

9.6.1 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE CONTAMINANTES EMERGENTES NO MANANCIAL

Com base no Ponto de Controle Crítico referente a contaminação por emergentes no manancial, o objetivo deste programa é detectar precocemente a presença de contaminantes emergentes que possam comprometer a qualidade da água.

Desta forma, sugere-se a adoção das seguintes ações:

- Manutenção do monitoramento de contaminantes emergentes, já realizado rotineiramente, em conformidade com as exigências do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 e da Portaria Estadual SES 1468/2021, cujo histórico, em regra, não demonstram contaminação dos mananciais;
- Em caso de detecção de contaminantes, seguir as diretrizes previstas no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, como: incremento do número de ensaios, identificação da causa raiz, estabelecimento de gatilhos para ativação

de medidas emergenciais (ex.: dosagem de carvão ativado) e outras ações que contribuam para a resolução do problema.

Responsáveis: Equipe Técnica dos Laboratórios, ETA e Diretoria Técnica.

Prazos: Continuidade das ações já praticadas.

Tabela 9-9. Cronograma sugerido para Programa de Monitoramento dos Mananciais.

ETAPA	O QUE FAZER	PRAZO SUGERIDO
Monitoramento contínuo conforme legislação	Manter o monitoramento de contaminantes emergentes, conforme Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 e Portaria Estadual SES 1468/2021.	Ações em continuidade
Avaliação de resultados de ensaios	Analisar criticamente os resultados recebidos dos laboratórios ou produzidos internamente para identificar anormalidades que possam demonstram contaminação dos mananciais.	Ações em continuidade
Ações corretivas em caso de detecção de contaminantes	Incremento de ensaios, identificação da causa raiz, ativação de medidas emergenciais (ex.: dosagem de carvão ativado) e demais ações conforme legislação.	Sempre que necessário
Responsabilidades	Equipe Técnica dos Laboratórios, ETA e Diretoria Técnica	Ações sob responsabilidade contínua

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

9.6.2 PROGRAMA DE CONTINGÊNCIA PARA ACIDENTES COM CARGA PERIGOSA EM MANANCIAIS

Com base no Ponto de Controle Crítico referente a contaminação do manancial ocasionado por acidentes com cargas perigosas, o objetivo deste programa de contingência é minimizar o impacto de acidentes viários com derramamento de produtos químicos nos mananciais.

Desta forma, sugere-se a adoção das seguintes ações:

- Atualizar e treinar a equipe com base no Plano de Emergência e Contingência, contemplando incidentes com cargas perigosas;
- Realizar simulações anuais de resposta a acidentes químicos;
- Estabelecer comunicação direta com autoridades de trânsito e defesa civil para acionamento rápido.

Tabela 9-10. Cronograma sugerido para Programa de Contingência para Acidentes com Cargas Perigosas em Mananciais.

ETAPA	O QUE FAZER	PRAZO SUGERIDO
Atualizar o plano de contingência	Incluir resposta rápida para cargas químicas.	Mês 3
Elaborar material de treinamento	Procedimentos de emergência, EPIs, acionamento de órgãos públicos.	Mês 4
Treinamento da equipe operacional	Realizar treinamento com simulação de acidente.	Mês 5
Primeira simulação prática	Teste prático de atendimento.	Mês 6

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

9.6.3 PROGRAMA DE CONTROLE DE SUBPRODUTOS NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Com base no Ponto de Controle Crítico identificado, o objetivo deste programa de controle é impedir que a formação de subprodutos ultrapasse limites seguros na distribuição.

Desta forma, sugere-se a adoção das seguintes ações:

- Manutenção do monitoramento dos subprodutos da desinfecção, já realizado rotineiramente, em conformidade com as exigências do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, cujos históricos, em regra, não demonstram a presença de subprodutos acima dos limites estabelecidos;

- Em caso de detecção de trialometanos (THM), seguir as diretrizes previstas no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, como: incremento do número de ensaios, identificação da causa raiz, estabelecimento de gatilhos para ativação de medidas emergenciais (ex.: ensaios de TOC na água filtrada e na entrada do tanque de contato) e outras ações que contribuam para a resolução do problema, tais como implementação de limpeza preventiva de reservatórios e redes (desinfecção programada).

  Responsáveis: Equipe Técnica dos Laboratórios, ETA e Diretoria Técnica

  Prazos: Continuidade das ações já praticadas.

Tabela 9-11. Cronograma sugerido para Programa de Controle de Subprodutos nas Redes de Distribuição.

ETAPA	O QUE FAZER	PRAZO SUGERIDO
Manutenção do monitoramento de subprodutos da desinfecção	Realizar o monitoramento de subprodutos da desinfecção conforme Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017.	Ações em continuidade
Avaliação de resultados de ensaios	Analisar criticamente os resultados recebidos dos laboratórios.	Ações em continuidade
Ações corretivas em caso de detecção de THM	Incrementar número de ensaios, identificar causa raiz, realizar ensaios de TOC e implementar ações corretivas como limpeza preventiva.	Sempre que necessário
Responsabilidades	Equipe Técnica dos Laboratórios, ETA e Diretoria Técnica	Ações sob responsabilidade contínua

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

CAPÍTULO VIII

10 DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE AÇÃO PARA GESTÃO DO PSA

A implementação do Plano de Segurança da Água (PSA) deve ser acompanhada por um mecanismo de controle externo ao SAMAE, realizado por uma entidade independente. Esse processo de fiscalização pode ser conduzido por meio de auditorias ao plano, validação das medidas de controle propostas e verificação dos resultados obtidos (VIEIRA; MORAIS, 2005; WHO, 2011). Recomenda-se, adicionalmente, a realização de verificações periódicas documentadas, de forma autônoma em relação a auditorias formais, com o objetivo de assegurar a eficácia contínua do PSA.

As auditorias têm papel relevante na verificação do sistema, abrangendo desde as medidas de controle adotadas até a conformidade geral do plano, conforme detalhado nos tópicos seguintes.

10.1 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PSA ATRAVÉS DE AUDITORIA

A verificação, especialmente por meio de auditorias, é essencial para identificar falhas no sistema. Quando detectadas, as não conformidades devem ser sanadas com ações corretivas devidamente validadas. Em auditorias externas, é indispensável que os registros operacionais estejam organizados e atualizados, de modo a fornecer base técnica confiável para a análise.

O processo de validação deve contemplar a avaliação da qualidade da água, inspeção das instalações e dos equipamentos, e revisão dos processos de tratamento. Como ferramenta auxiliar, Vieira e Morais (2005) apresentam um checklist (Tabela 10.1) que pode ser utilizado como referência para auditorias de verificação e validação do PSA.

Tabela 10-1. *Check-list* sugerido para verificação e validação do PSA.

PARÂMETRO OU ELEMENTO	VERIFICADO	OBSERVAÇÕES
Constituição da equipe e atribuição de responsabilidades		
Diagrama de fluxo do sistema		
Identificação de perigos		
Método para avaliação de riscos, nomeadamente as escalas de probabilidade de ocorrência e de severidade de consequências		
Identificação de medidas de controle		
Locais que definem pontos de controle		
Método para avaliação de PCC		
Locais que definem pontos de controle críticos		
Medidas de controle associadas a cada PCC		
Adequabilidade das medidas de controle aplicadas		
Limites críticos definidos em cada PCC		
Conjunto de ações corretivas		
Especificações dos produtos químicos utilizados no processo de tratamento		

PARÂMETRO OU ELEMENTO	VERIFICADO	OBSERVAÇÕES
Funcionamento das etapas de tratamento (avarias detectadas, eficiência, etc.)		
Formação à equipe responsável pela operação do sistema		
Apreciação da idoneidade do laboratório responsável pelas análises laboratoriais		
Planos de manutenção preventiva do sistema		
Plano de calibração dos equipamentos		
Especificações de equipamentos		
Análise dos registos dos dados do sistema (verificação das medidas de controlo)		
Análise das não-conformidades ocorridas		
Verificação da adequabilidade dos planos de emergência		
Formação anual dada à equipa		
Análise das propostas de alteração ao PSA no que respeita as medidas de controle e limites críticos.		
Análise da reavaliação anual do PSA		
Programas e Ações Propostas no item 9 deste PSA		

Fonte: Dados auferidos pela A2N Engenharia, 2025.

10.2 PLANO DE REVISÃO DO PSA

O PSA deve ser tratado como um instrumento dinâmico, sujeito a atualizações periódicas para garantir sua eficácia e adequação frente às alterações nos sistemas de abastecimento e às novas demandas operacionais (WHO, 2004). A revisão deve ocorrer em intervalos regulares ou sempre que houver eventos significativos, como desastres naturais, emergências operacionais ou incidentes que comprometam a segurança da água.

Essas revisões são fundamentais para prevenir a repetição de falhas e, quando inevitável, para mitigar os seus impactos. As análises pós-incidente contribuem para a identificação de oportunidades de melhoria e para o aprimoramento contínuo do plano, favorecendo a tomada de decisão fundamentada em evidências e experiências anteriores.

A construção e revisão do PSA devem considerar as metas de saúde pública estabelecidas pelas autoridades competentes, com base no perfil epidemiológico da população e nas condições socioeconômicas locais. Dessa forma, recomenda-se que o SAMAE realize revisões periódicas do plano, ajustando os pontos de controle e incorporando modificações conforme as necessidades identificadas no sistema de abastecimento.

Tabela 10-2. Sugestão para revisões do PSA.

REVISÃO PERIÓDICA DO PSA	REVISÃO EXTRAORDINÁRIA
- Recomendada a cada 2 a 5 anos	- Após emergências (vazamentos de produtos químicos, contaminações, colapsos estruturais). - Após a implantação de novas tecnologias, unidades ou redes. - Quando identificadas não conformidades sistêmicas que exijam mudanças estruturais.

Fonte: A2N Engenharia, 2025.

A equipe responsável pelo PSA deve manter reuniões periódicas para análise crítica, integrando os seguintes documentos:

- Relatórios de auditoria;
- Registros de não conformidade e suas resoluções;
- Planos de ação implementados;
- Indicadores de desempenho e tendências de risco;
- Atualizações normativas ou orientações da autoridade sanitária.

Essas reuniões fornecerão base para decisões estratégicas sobre:

- Atualização de PCCs;
- Reformulação de procedimentos operacionais;
- Ampliação de programas de capacitação;
- Revisão de planos de contingência.

O Plano de Segurança da Água (PSA) deve ser entendido como um instrumento técnico dinâmico, cuja eficácia depende da sua atualização periódica e responsiva. Conforme recomendado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2004), a revisão do PSA deve ocorrer tanto de forma periódica (a cada 2 a 5 anos) quanto de maneira extraordinária em situações que comprometam a segurança da água, como incidentes operacionais, introdução de novas tecnologias ou mudanças estruturais no sistema de abastecimento.

Essas revisões devem ser fundamentadas em evidências operacionais, considerando relatórios de auditoria, indicadores de desempenho, registros de não conformidades e mudanças nas normativas sanitárias. A sistematização e o registro dessas informações são fundamentais para a tomada de decisões estratégicas, como ajustes nos Pontos Críticos de Controle (PCCs), atualização de procedimentos e aprimoramento de planos de contingência.

10.2.1 INSTRUMENTOS DE APOIO À REVISÃO CONTÍNUA DO PSA

Na sequência temos quatro instrumentos de apoio a revisão contínua do PSA, conforme abordados nos capítulos anteriores, sendo fundamentais para organizar e operacionalizar a revisão periódica do PSA:

- **Desenvolvimento dos Planos e Programas para Implantação das Medidas de Controle e Melhorias.** Esta tabela resume os planos e ações previstas no PSA, com foco em ações estruturantes **e** programas de controle, servindo como base para análise de execução e reavaliação;
- **Cronograma Técnico Detalhado para Implantação das Medidas de Controle e Melhorias**. Instrumento que orienta o planejamento temporal das ações, permitindo a avaliação do progresso e ajustes de prazos conforme as demandas operacionais e eventos críticos;
- **Estrutura e Requisitos da Documentação Técnica do PSA**. Define os documentos obrigatórios, responsáveis e frequência de atualização, sendo essencial para a rastreabilidade técnica **e** padronização documental nas revisões.
- **Registros de Desempenho do Sistema e Conformidade Operacional.** Fundamenta a revisão técnica com base em indicadores operacionais**,** promovendo a identificação de tendências, falhas e oportunidades de melhoria.

Tabela 10-3. Sugestão de tabela Cronológica de Utilização dos Instrumentos de Revisão do PSA

ETAPA / MOMENTO	INSTRUMENTO UTILIZADO	FINALIDADE	FREQUÊNCIA RECOMENDADA
Planejamento da Revisão Periódica	Desenvolvimento dos Planos e Programas	Análise das ações previstas vs. executadas	Bienal (mínimo)
Definição do cronograma de atualização	Cronograma Técnico Detalhado	Estabelecer prazos realistas para ajustes, melhorias ou novas implementações	Atualização semestral
Verificação de conformidade técnica	Estrutura e Requisitos da Documentação Técnica	Conferência de documentos exigidos e avaliação da conformidade normativa	Trimestral
Avaliação do desempenho operacional	Registros de Desempenho do Sistema e Conformidade Operacional	Análise de indicadores críticos e não conformidades para embasar decisões corretivas	Mensal (mínimo)
Reunião de revisão e deliberações	Conjunto completo (todos os instrumentos acima)	Tomada de decisão estratégica, ajustes em PCCs, treinamentos e planos de contingência	Anual e após eventos críticos

A utilização dessas tabelas como ferramentas de gestão técnica permite que o Plano de Segurança da Água evolua conforme as necessidades reais do sistema, promovendo a resiliência operacional e a segurança hídrica. Ao incorporar essas práticas de forma sistemática, o SAMAE assegura não apenas o cumprimento das exigências normativas, mas, sobretudo, a proteção efetiva da saúde pública

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17080:2023: Plano de segurança da água – Princípios e diretrizes para elaboração e implementação. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

AGÊNCIA PCJ. Guia Prático para o Desenvolvimento de Planos Municipais de Segurança da Água – Agência das Bacias PCJ. Piracicaba, 2020. Disponível: https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/outros/guia-pmsa.pdf. Acesso em: 30 dez. 2024.
BRASIL. Ministério da Saúde. PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA - Garantindo a Qualidade e Promovendo a Saúde - Um olhar do SUS. Brasília, 2012. Disponível: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_seguranca_agua_qualidade_sus.pdf. Acessado em: 30 out. 2024.

FUNASA. Manual de orientação para elaboração do plano de segurança da água para consumo humano – PSA. Brasília: Funasa, 2014. Disponível em: https://www.funasa.gov.br. Acessado em: 16 nov. 2024.

WHO. Guidelines for drinking-water quality. 3. ed. Geneva: World Health Organization, 2004.

WHO. A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality. Geneva: World Health Organization, 2017. Disponível em: https://www.who.int. Acessado em: 30 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n°888, de 04 de maio de 2021. Brasília, 2021. Disponível: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acessado em: 18 nov. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 1, 16 jul. 2020b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm Acessado em: 03 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema nacional de informações em saneamento básico – SINISA. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa. Acessado em: 30 dez. 2024.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina – PERH/SC: caracterização geral das regiões hidrográficas de Santa Catarina / RH6 – Baixada Norte. Fundação Certi. 2017. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_a/PERH_SC_RH6_CERTI-CEV_2017_final.pdf. Acessado em: 29 de nov. 2024.

SANTA CATARINA. Decreto nº 1.846, 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. Diário Oficial do Estado, Florianópolis, 20 dez. 2018. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/sc/decreto-n-1846-2018-santa-catarina-regulamenta-o-servico-de-abastecimento-de-agua-para-consumo-humano-no-estado-de-santa-catarina-e-estabelece-outras-providencias. Acessado em: 04 dez. 2024.

JARAGUÁ DO SUL. Geoportal 2019. Disponível em: https://sistemas.jaraguadosul.sc.gov.br/index.php?class=GeoLoginForm. Acessado em 22 de dez. 2024.

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. Manual de operação de estações de tratamento de água. Jaraguá do Sul: SAMAE, 2023. Atualizado em 11 abr. 2024.

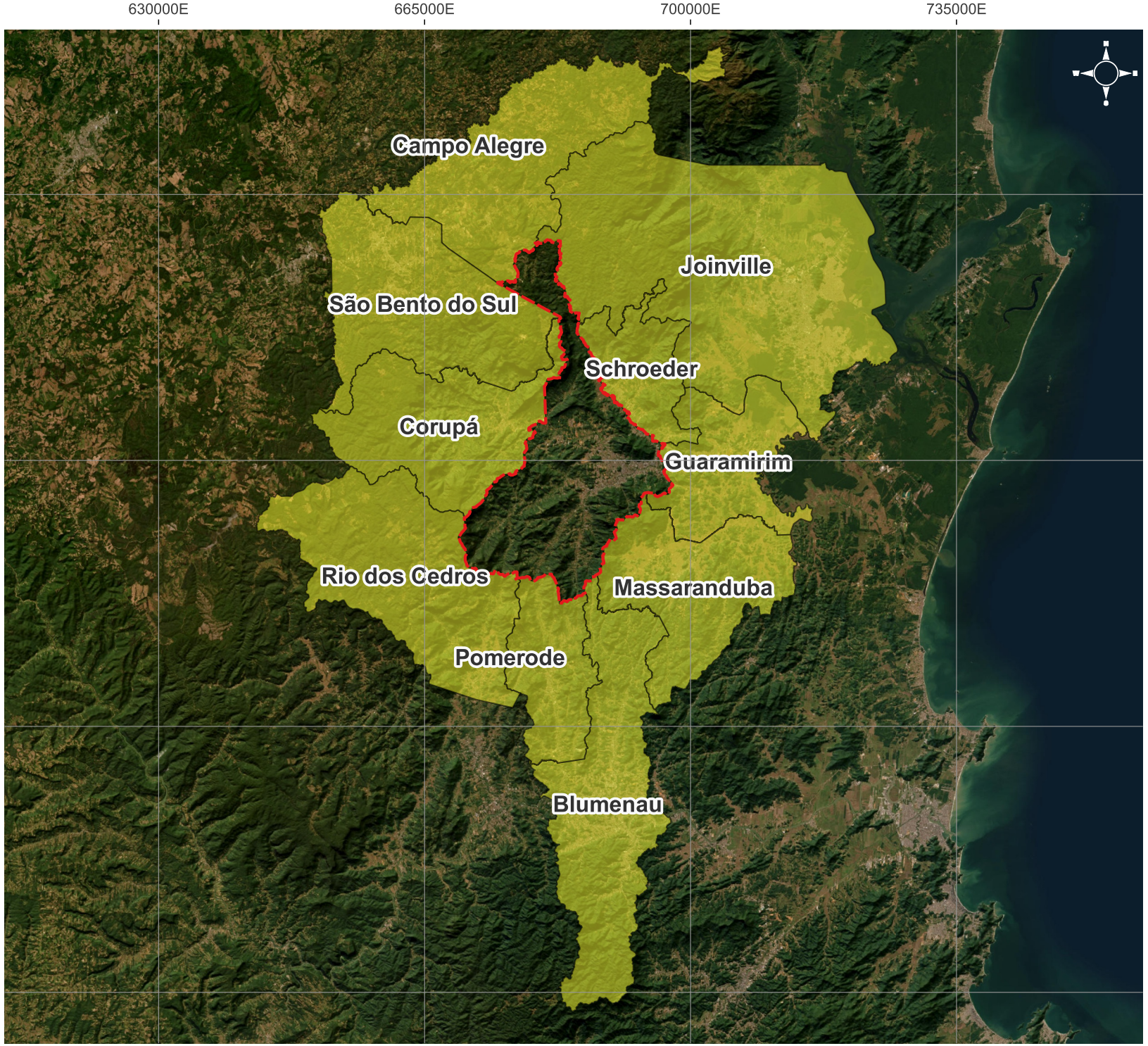
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. Sistema de abastecimento de água. Jaraguá do Sul: SAMAE, 2024.

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. Plano emergencial ETA Central e ETA Sul Jaraguá do Sul: SAMAE, 2024.

JARAGUÁ DO SUL. Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaraguá do Sul – PMSB-JS 2021: Revisão 2021. Jaraguá do Sul: Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, junho de 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE I – MUNICÍPIOS LIMÍTROFES





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 700000

Legenda:

Limites de Jaraguá do Sul

Municipios Limítrofes

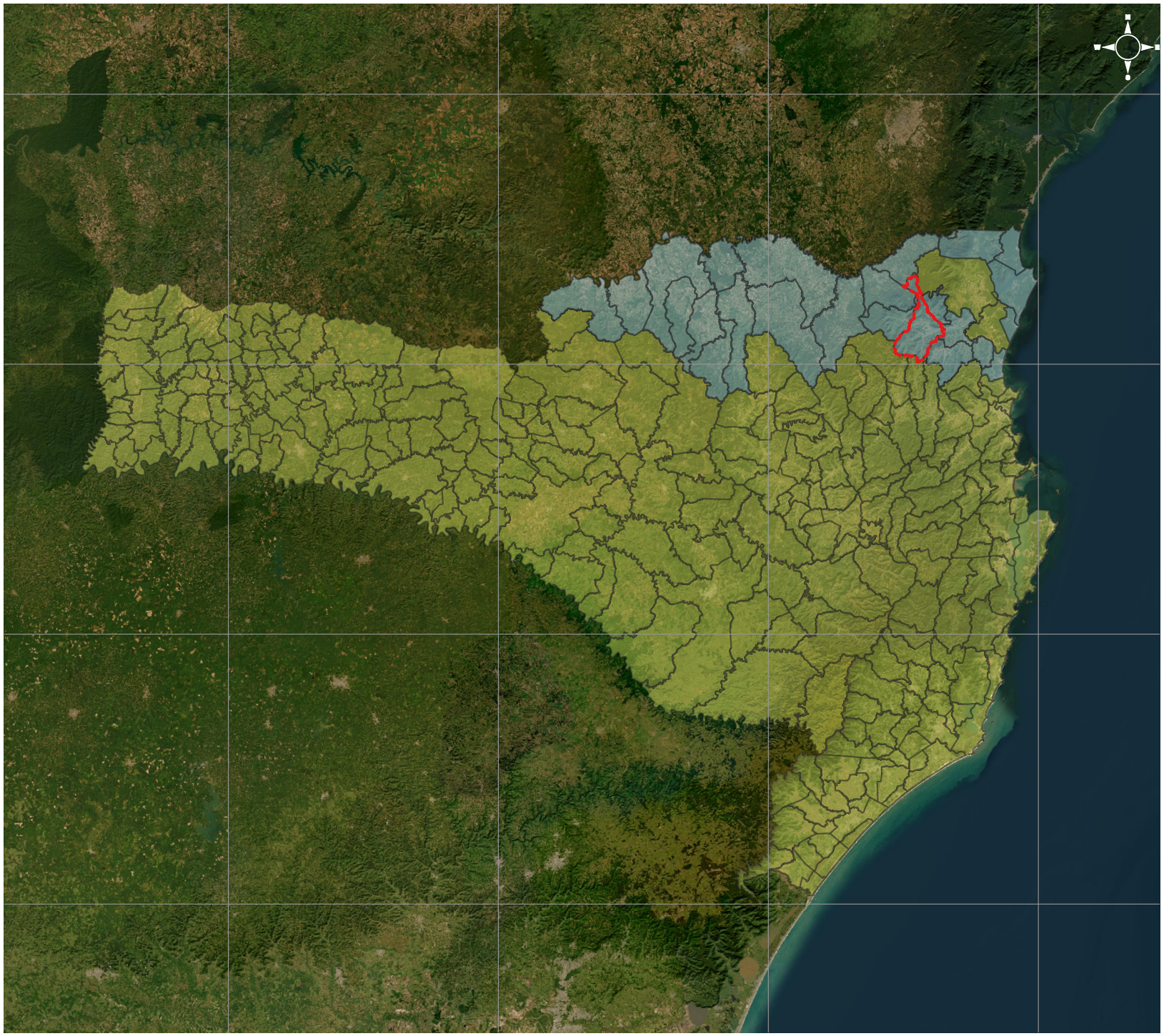
Municípios Limítrofes a Jaraguá do Sul

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE II – LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 3000000

Legenda:

- Região Metropolitana do Norte/ Nordeste Catarinense
- Municípios do Estado de Santa Catarina
- Limites Municipais de Jaraguá do Sul

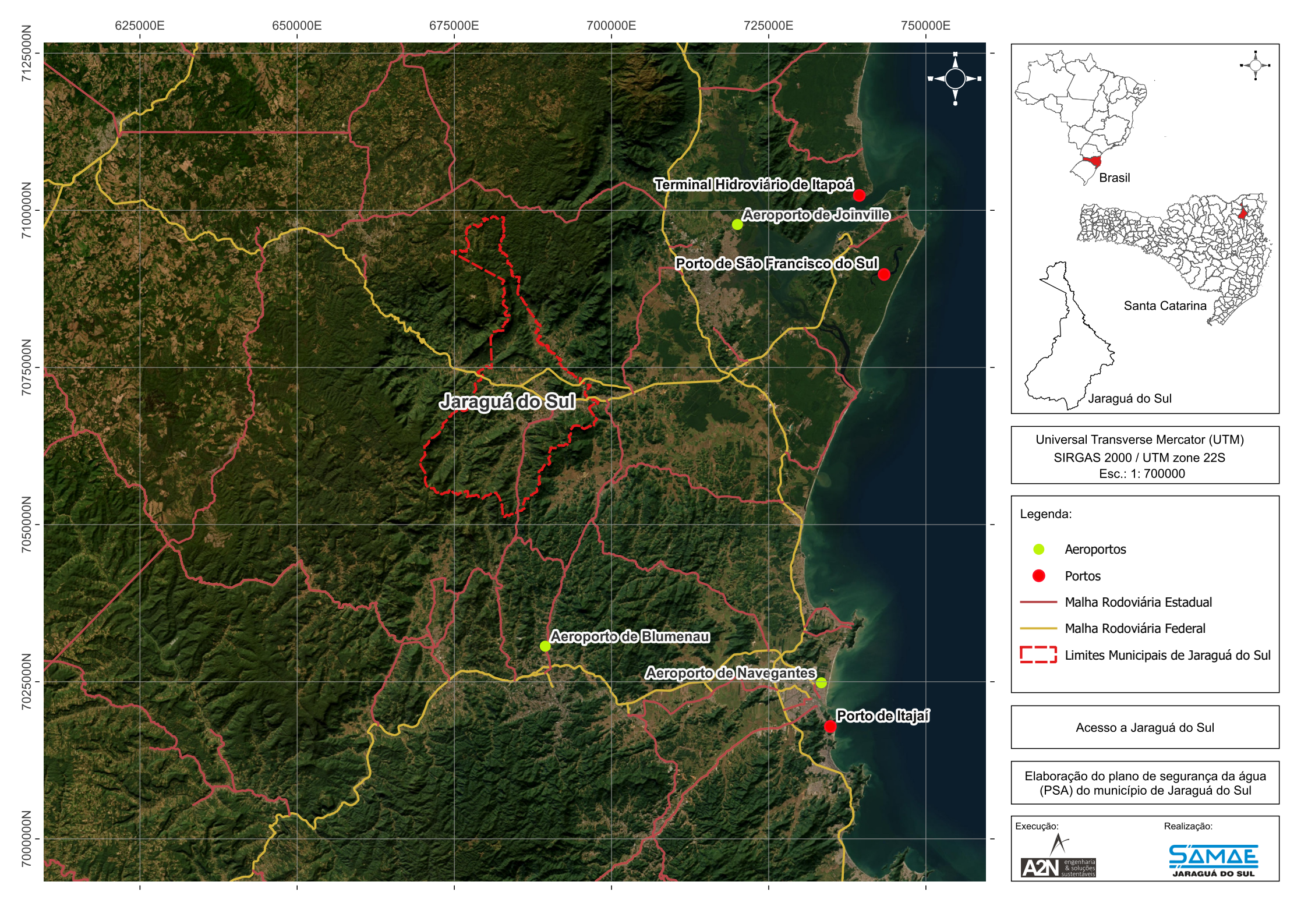
Região Metropolitana de Jaraguá do Sul

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

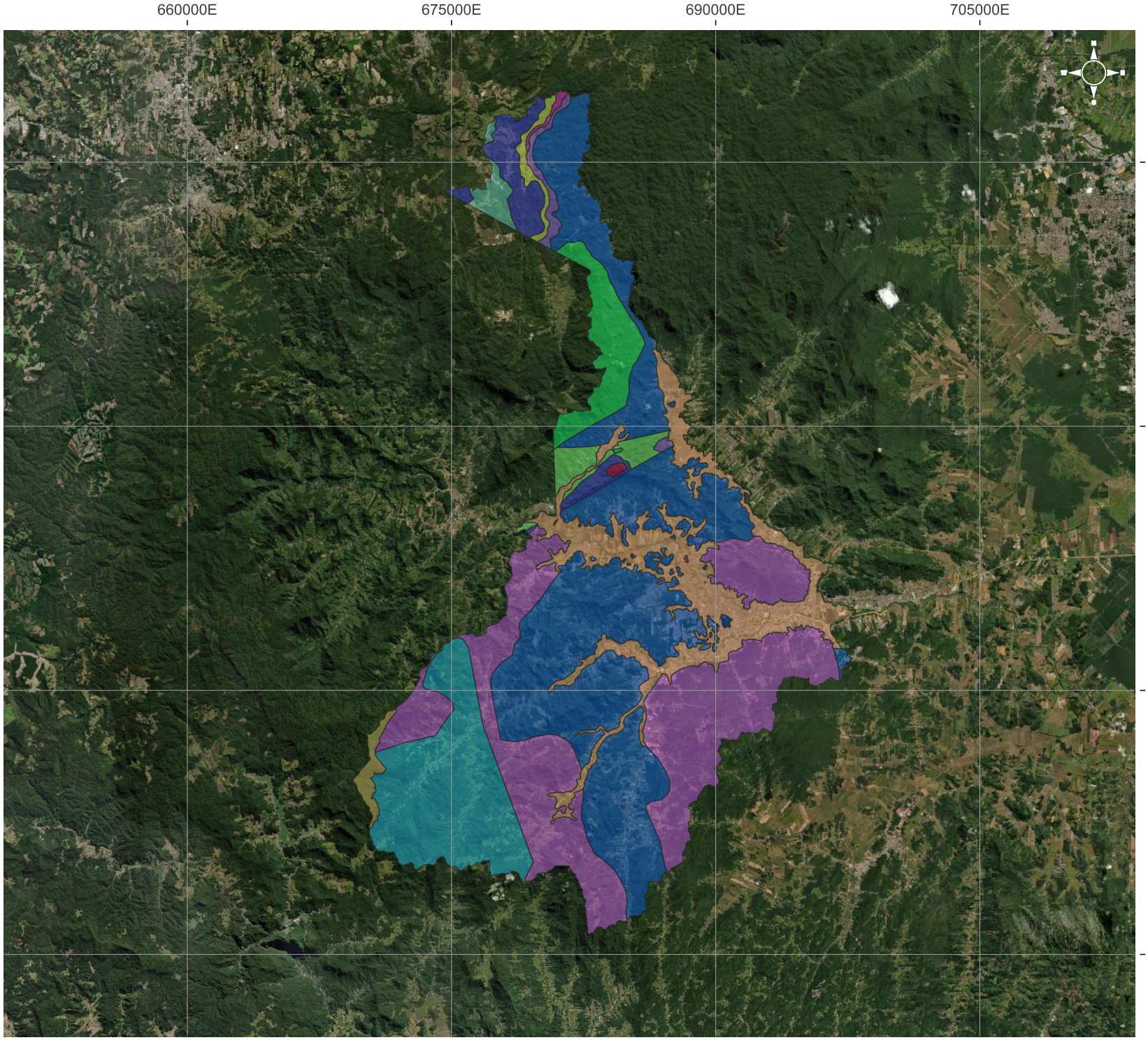
Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE III – ACESSOS AO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL


625000E
650000E
675000E
700000E
725000E
750000E
7125000N
7100000N
7075000N
7050000N
7025000N
7000000N
Terminal Hidroviário de Itapoá
Aeroporto de Joinville
Porto de São Francisco do Sul
Jaraguá do Sul
Aeroporto de Blumenau
Aeroporto de Navegantes
Porto de Itajaí
Brasil
Santa Catarina
Jaraguá do Sul
Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 700000
Legenda:
Aeroportos
Portos
Malha Rodoviária Estadual
Malha Rodoviária Federal
Limites Municipais de Jaraguá do Sul
Acesso a Jaraguá do Sul
Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul
Execução:
A2N engenharia & soluções sustentáveis
Realização:
SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE IV – GEOLOGIA





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 300000

Legenda:

- Bateias, conglomerado
- Campo Alegre, basalto
- Campo Alegre, ritmito
- Campo Alegre, traquito e quartzo-traquito
- Campo Mourão
- Conglomerado Baú - Bacia do Itajaí
- Depósitos aluvionares
- Depósitos colúvio-aluvionares
- Gnaisses Granulíticos Luís Alves
- Granito Corupá
- Ortognaisse Pomerode
- Rio da Luz
- Rio do Turvo, pelito, tufo e ignimbrito
- Rio do Turvo, riolito e ignimbrito

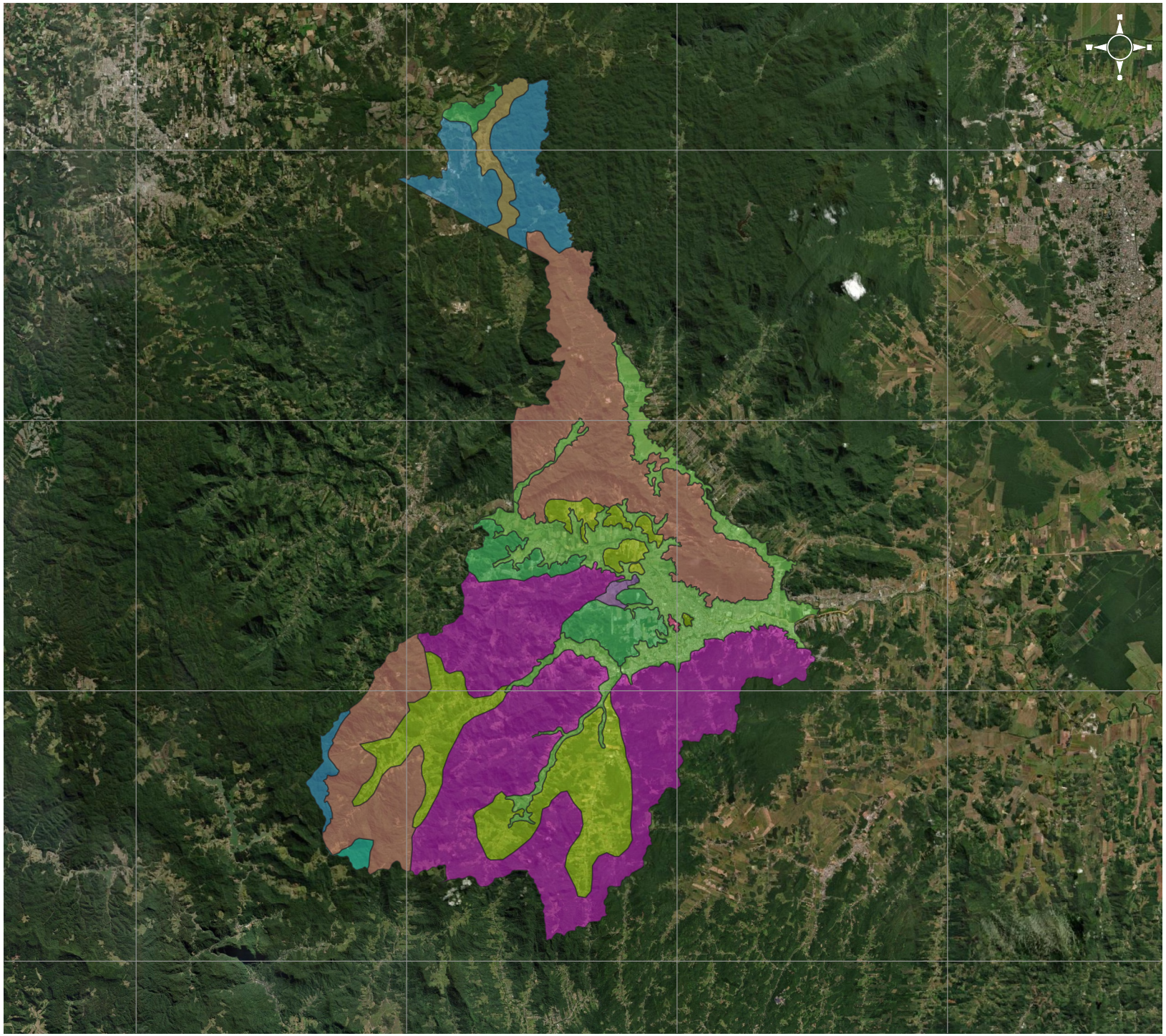
Geologia

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE V – GEOMORFOLOGIA





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 300000

Legenda:

- Colinas
- Domínio Serrano
- Escarpas de Borda de Planalto
- Escarpas Degradadas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos
- Morros Altos
- Morros Baixos
- Planaltos Conservados
- Planaltos Dissecados
- Planícies de Inundação (várzeas)
- Rampas de Colúvio/ Depósito de Tálus

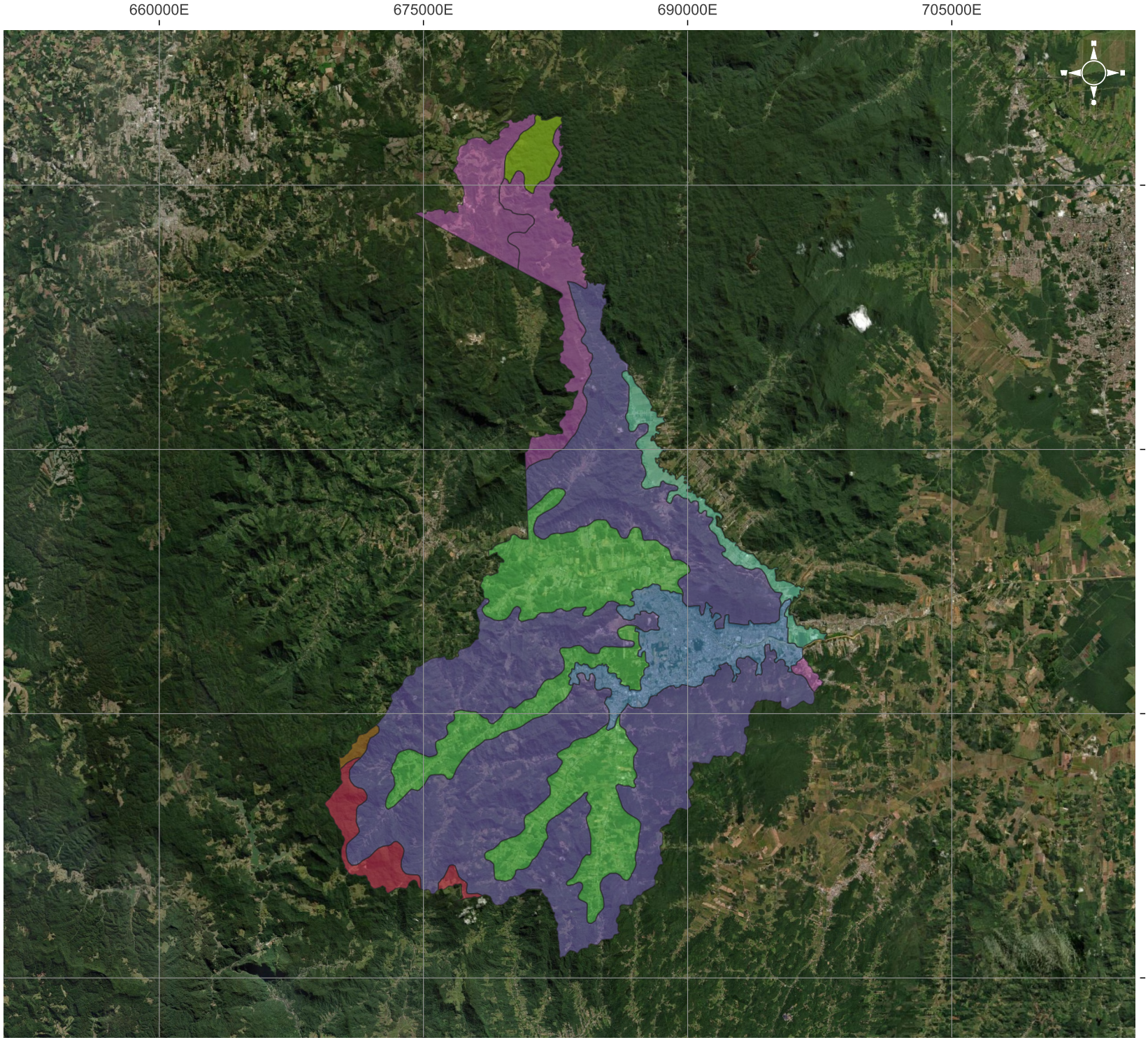
Geomorfologia

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE VI – PEDOLOGIA





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 300000

Legenda:

- argilosa
- argilosa e argilosa/muito argilosa
- argilosa e média
- média e argilosa
- média/argilosa
- média/argilosa e argilosa
- siltosa e argilosa

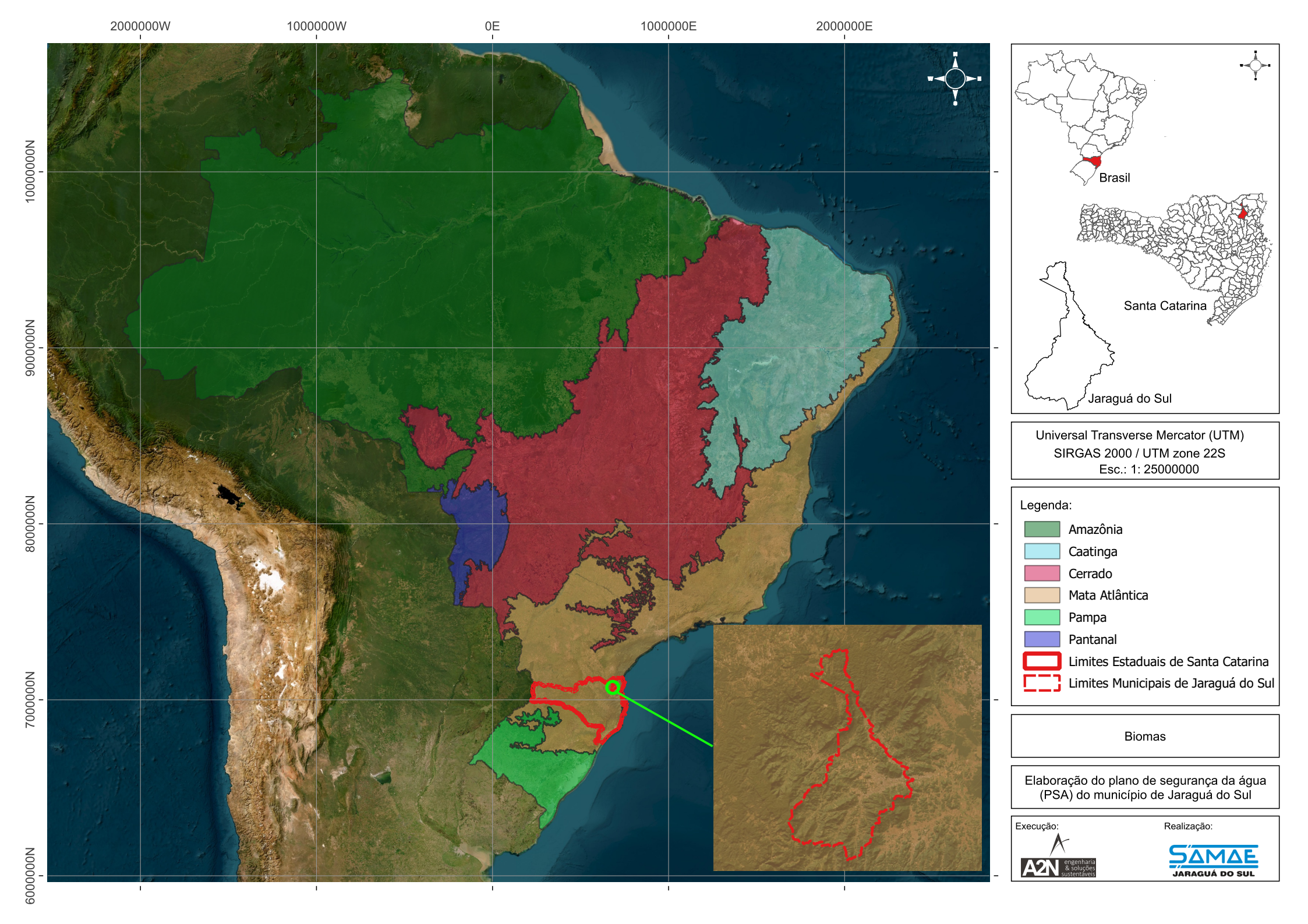
Pedologia

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

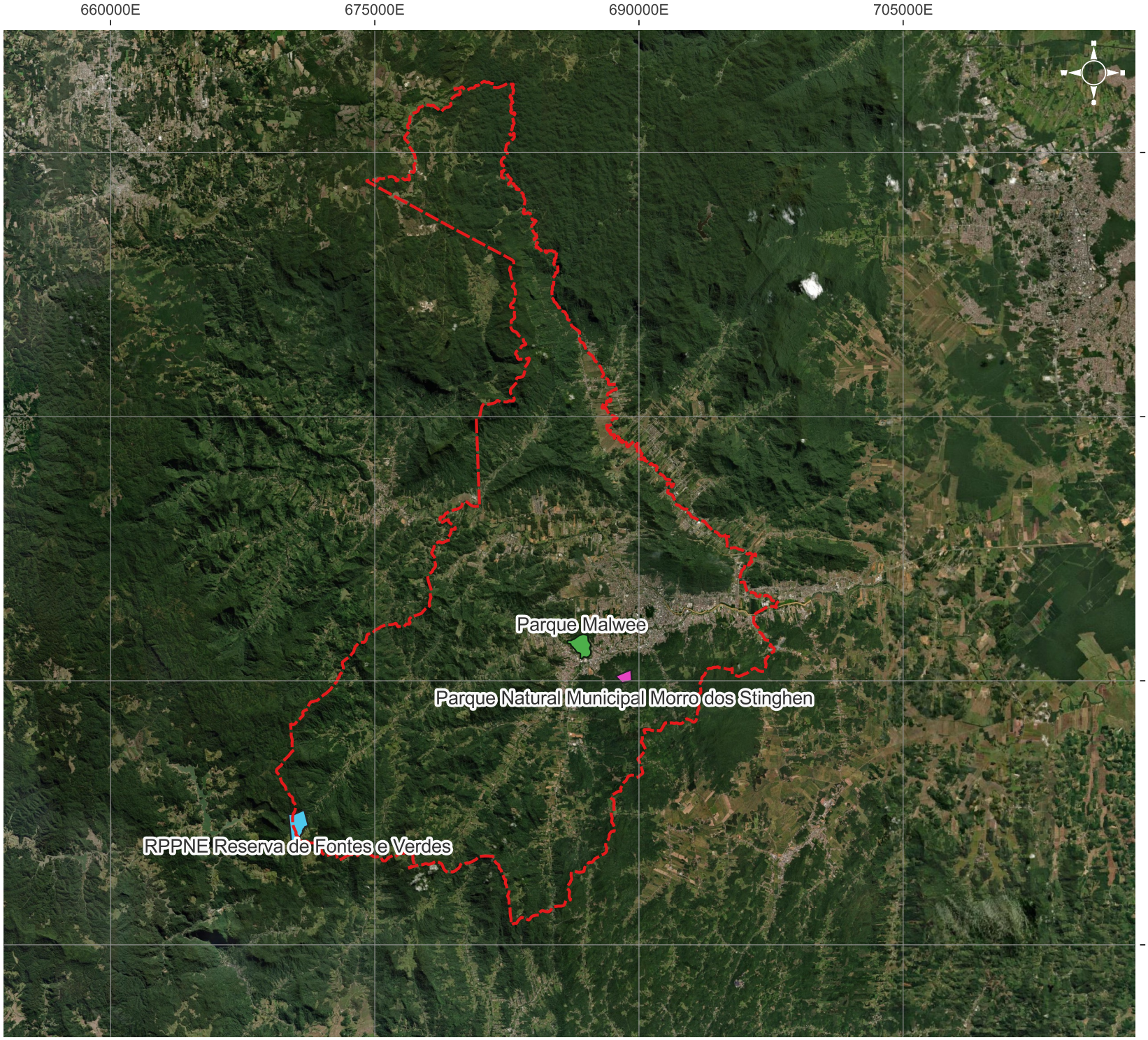
Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE VII – BIOMAS


2000000W
1000000W
0E
1000000E
2000000E
10000000N
9000000N
8000000N
7000000N
6000000N
Brasil
Santa Catarina
Jaraguá do Sul
Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 25000000
Legenda:
Amazônia
Caatinga
Cerrado
Mata Atlântica
Pampa
Pantanal
Limites Estaduais de Santa Catarina
Limites Municipais de Jaraguá do Sul
Biomas
Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul
Execução:
A2N engenharia & soluções sustentáveis
Realização:
SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE VIII – ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 300000

Legenda:

- Parque Natural Municipal Morro dos Stinghen
- Reserva de Fontes e Verdes
- Parque Malwee
- Limites Municipais de Jaraguá do Sul

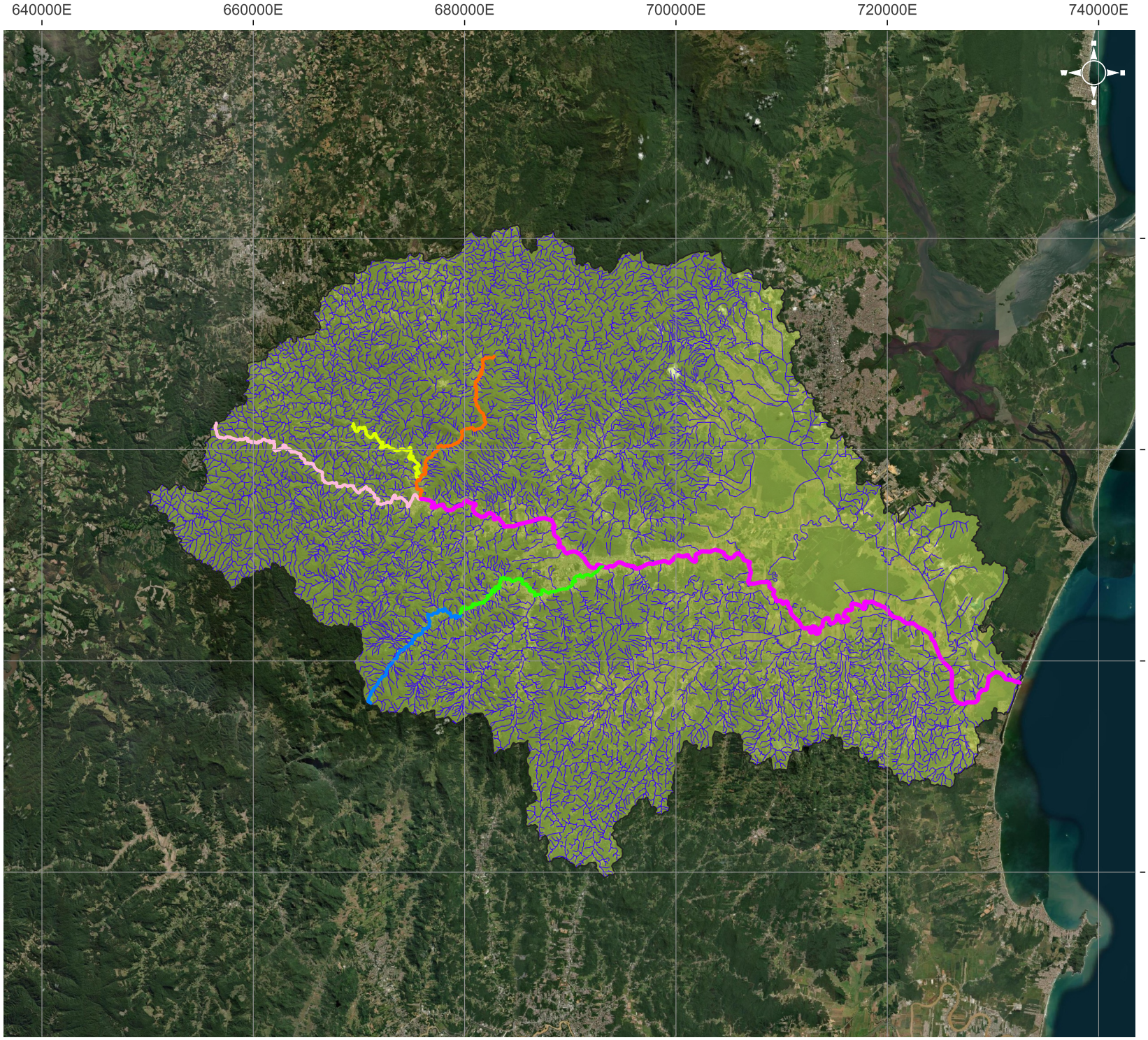
Áreas de Proteção Ambiental e Permanente

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE IX – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPOCU





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 500000

Legenda:

- Rio Jaraguá
- Rio Jaraguazinho
- Rio Itapocu
- Rio Ano Bom
- Rio Novo
- Rio Humboldt
- Hidrografia da Bacia Itapocu
- Bacia Itapocu

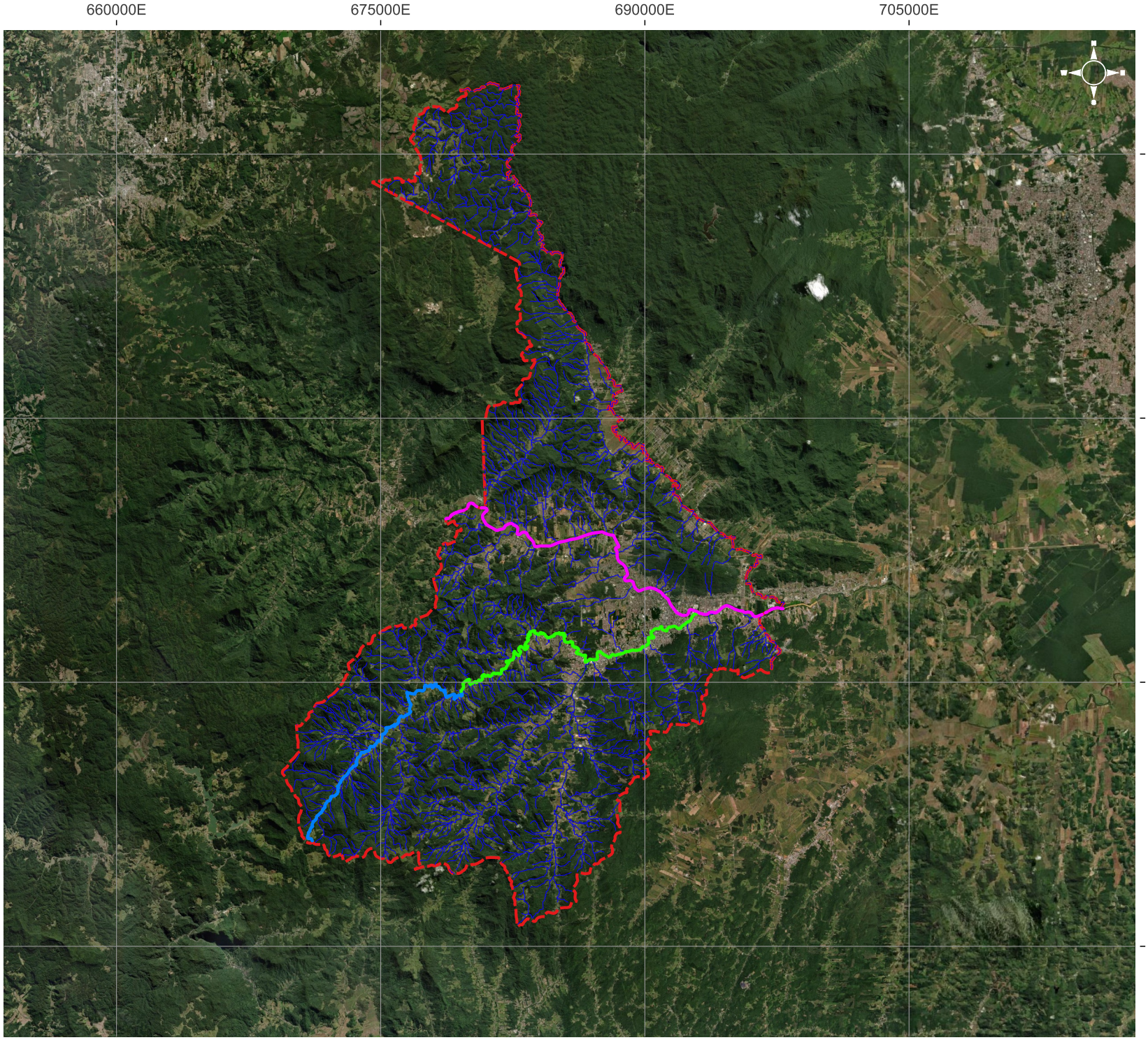
Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE X – HIDROGRAFIA DE JARAGUÁ DO SUL





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 300000

Legenda:

- Rio Itapocu
- Rio Jaraguá
- Rio Jaraguazinho
- Hidrografia de Jaraguá do Sul
- Limites Municipais de Jaraguá do Sul

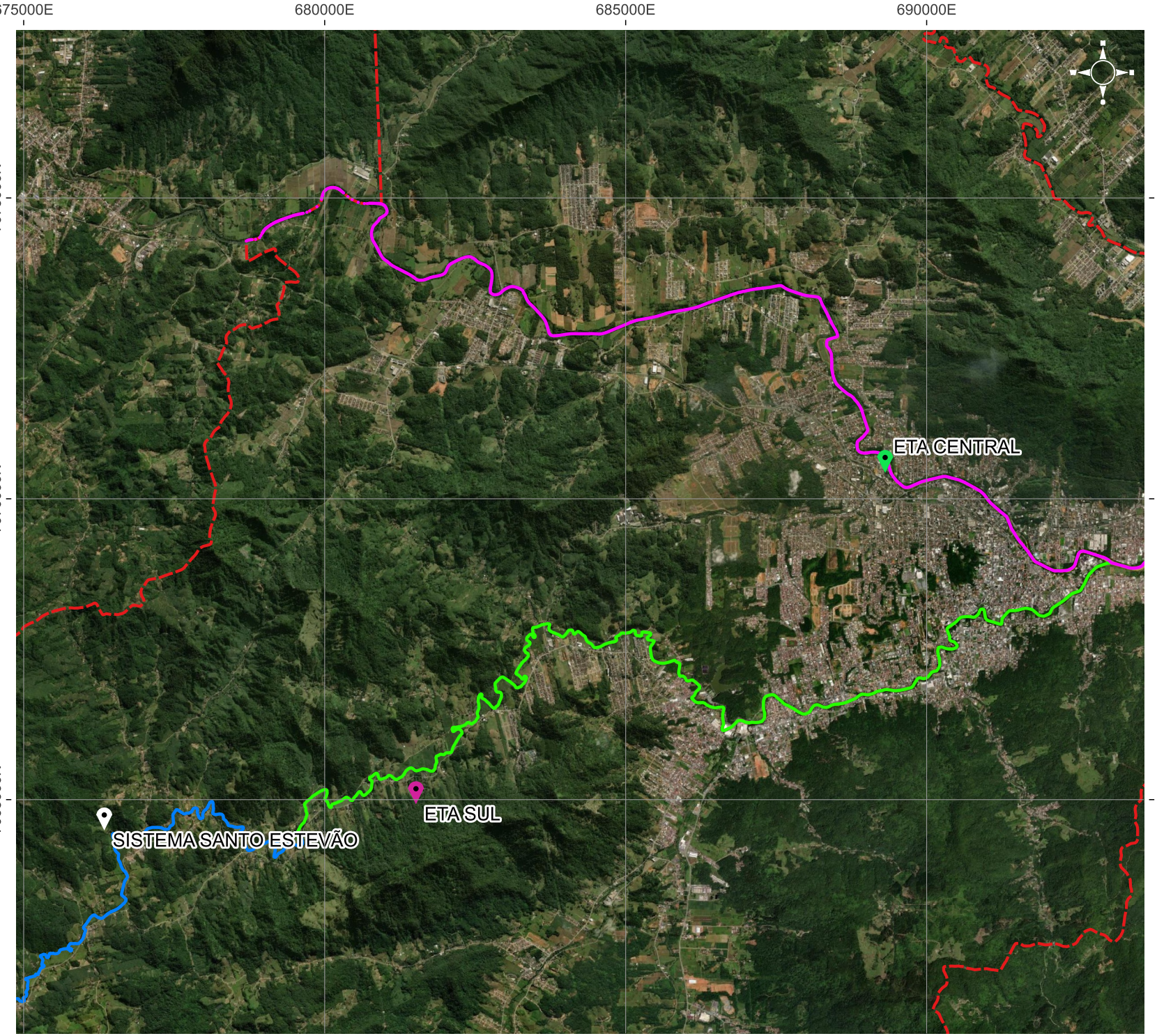
Hidrografia de Jaraguá do Sul

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XI – LOCALIZAÇÃO DAS ETAs





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 87500

Legenda:

- ETA Central
- ETA Sul
- Sistema Santo Estevão
- Rio Itapocu
- Rio Jaragua
- Rio Jaraguazinho
- Limites Municipais de Jaraguá do Sul

Localização das Estações de Tratamento

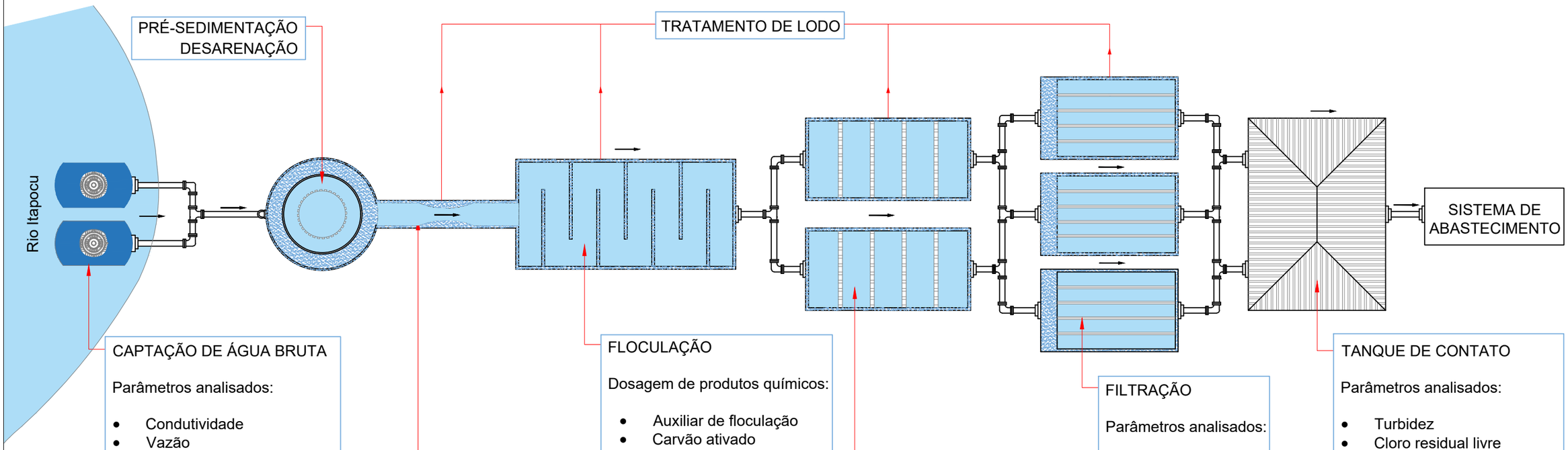
Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XII – FLUXOGRAMA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - CENTRAL

FLUXOGRAMA - ETA Central



CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

Parâmetros analisados:

- Condutividade
- Vazão
- pH

FLOCULAÇÃO

Dosagem de produtos químicos:

- Auxiliar de floculação
- Carvão ativado

FILTRAÇÃO

Parâmetros analisados:

- Turbidez

TANQUE DE CONTATO

Parâmetros analisados:

- Turbidez
- Cloro residual livre
- Fluoreto
- pH
- Cor
- Análises microbiológicas
- Dentre outras

Dosagem de produtos químicos:

- Ácido Fluossilicico
- Ortopolifosfato de sódio
- Gás Cloro
- Hidróxido de Cálcio

COAGULAÇÃO

Parâmetros analisados:

- Turbidez
- Alcalinidade
- pH
- Vazão

Dosagem de produtos químicos:

- Gás Cloro
- PAC

DECANTAÇÃO

Parâmetros analisados:

- Turbidez
- pH

Dosagem de produtos químicos:

- Gás Cloro

A2N engenharia & soluções sustentáveis
www.a2nengenharia.com.br
a2nengenharia@gmail.com
19. 9 9215 2491

SOLICITANTE
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (SAMAE) JARAGUÁ DO SUL

PROJETO
PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA DE JARAGUÁ DO SUL - SC
FLUXOGRAMA ETA CENTRAL

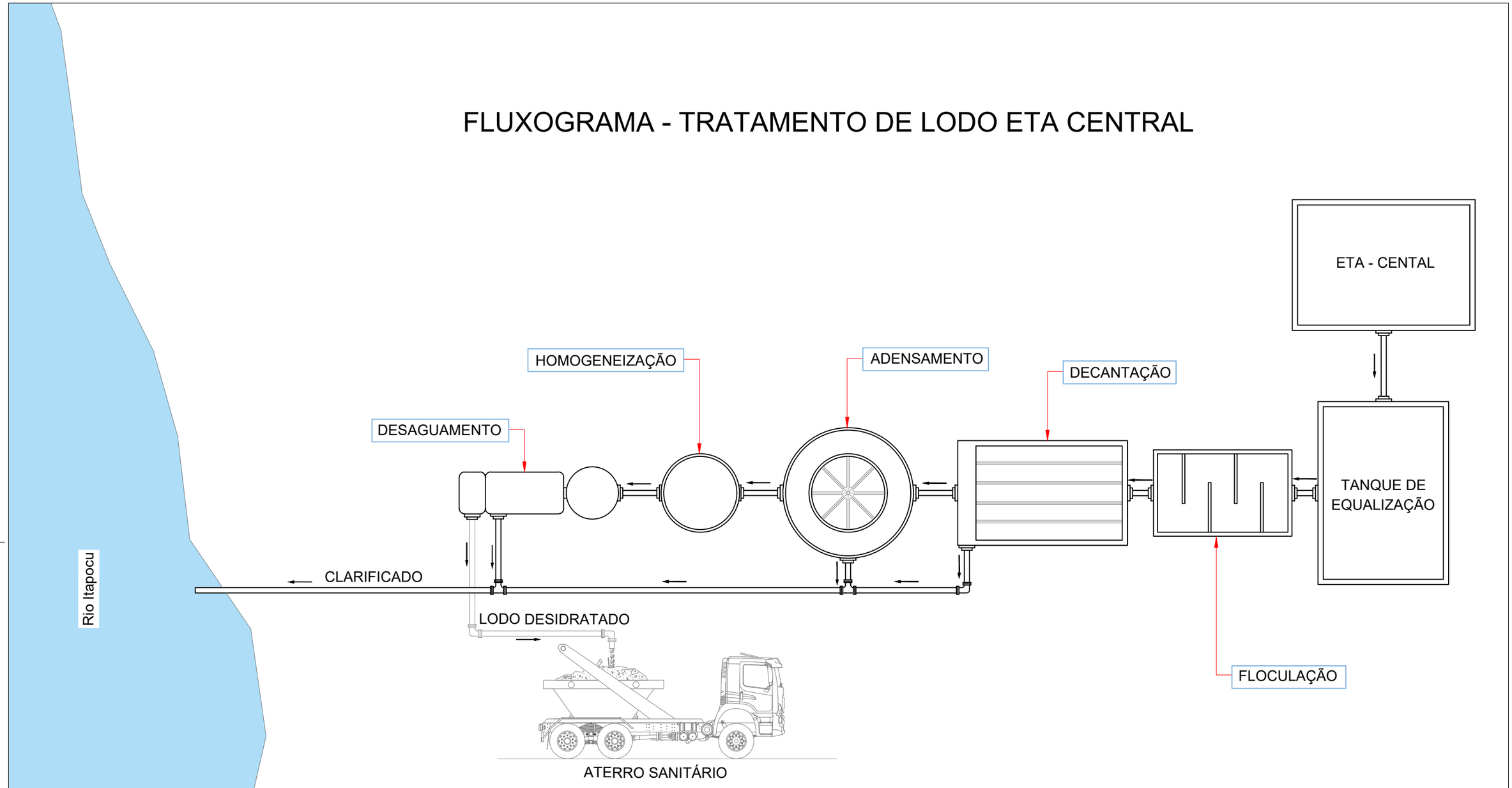
ESCALA
SEM ESCALA

DATA
FEV. | 2025

RESP. TÉCNICO
ANDERSON ASSIS NOGUEIRA

APÊNDICE XIII – FLUXOGRAMA DO TRATAMENTO DE LODO JUNTO A ETA CENTRAL

FLUXOGRAMA - TRATAMENTO DE LODO ETA CENTRAL



A2N engenharia & soluções sustentáveis

www.a2nengenharia.com.br
a2nengenharia@gmail.com
19. 9 9215 2491

SOLICITANTE
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (SAMAE) JARAGUÁ DO SUL

PROJETO
PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA DE JARAGUÁ DO SUL - SC

FLUXOGRAMA DO TRATAMENTO DE LODO - ETA CENTRAL

ESCALA
SEM ESCALA

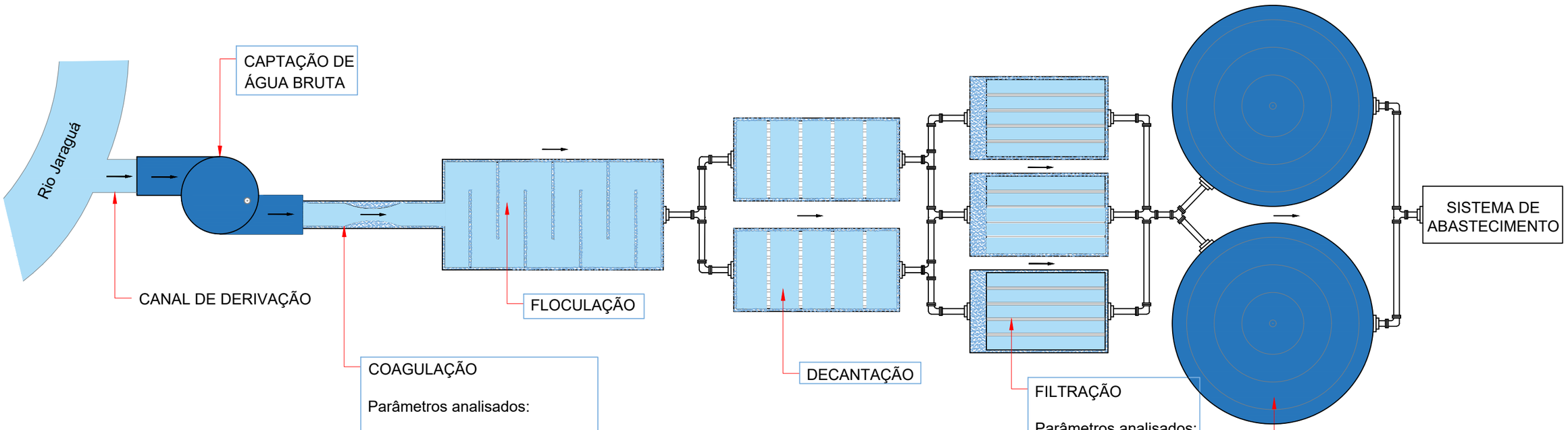
DATA
FEV. | 2025

RESP. TÉCNICO
ANDERSON ASSIS NOGUEIRA

FOLHA: A3

APÊNDICE XIV – FLUXOGRAMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA SUL

FLUXOGRAMA - ETA SUL



COAGULAÇÃO

Parâmetros analisados:

- Turbidez
- Alcalinidade
- pH
- Vazão

Dosagem de produtos químicos:

- PAC

FILTRAÇÃO

Parâmetros analisados:

- Turbidez

TANQUE DE CONTATO/ RESERVAÇÃO

Parâmetros analisados:

- Turbidez
- Cloro residual livre
- Fluoreto
- pH
- Cor
- Análises microbiológicas
- Dentre outras

Dosagem de produtos químicos:

- Ácido Fluossilicico
- Hipoclorito de Sódio gerado

A2N engenharia & soluções sustentáveis
www.a2nengenharia.com.br
a2nengenharia@gmail.com
19. 9 9215 2491

SOLICITANTE
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (SAMAE) JARAGUÁ DO SUL

PROJETO
PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA DE JARAGUÁ DO SUL - SC

FLUXOGRAMA ETA SUL

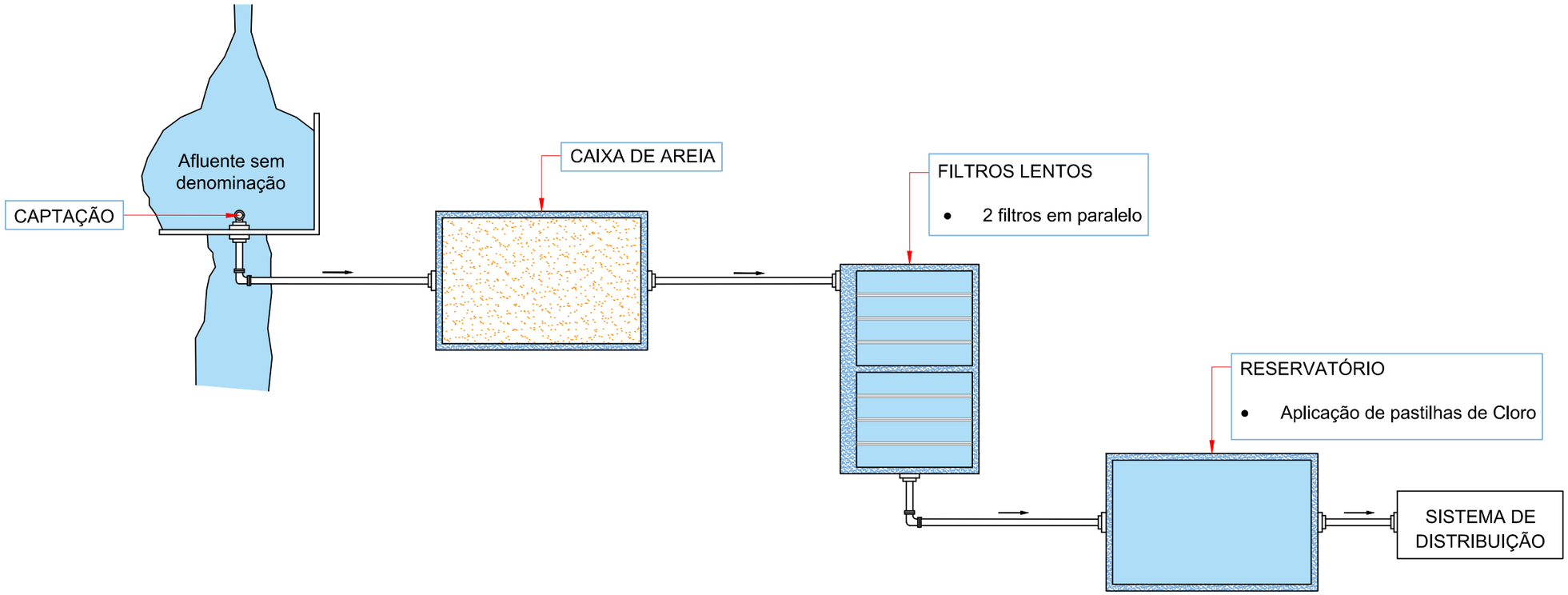
ESCALA
SEM ESCALA

DATA
FEV. | 2025

RESP. TÉCNICO
ANDERSON ASSIS NOGUEIRA

APÊNDICE XV – FLUXOGRAMA SISTEMA INDEPENDENTE SANTO ESTEVÃO

FLUXOGRAMA - Sistema independente Santo Estevão



A2N engenharia & soluções sustentáveis

www.a2nengenharia.com.br
a2nengenharia@gmail.com
19. 9 9215 2491

SOLICITANTE
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (SAMAE) JARAGUÁ DO SUL

PROJETO
PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA DE JARAGUÁ DO SUL - SC

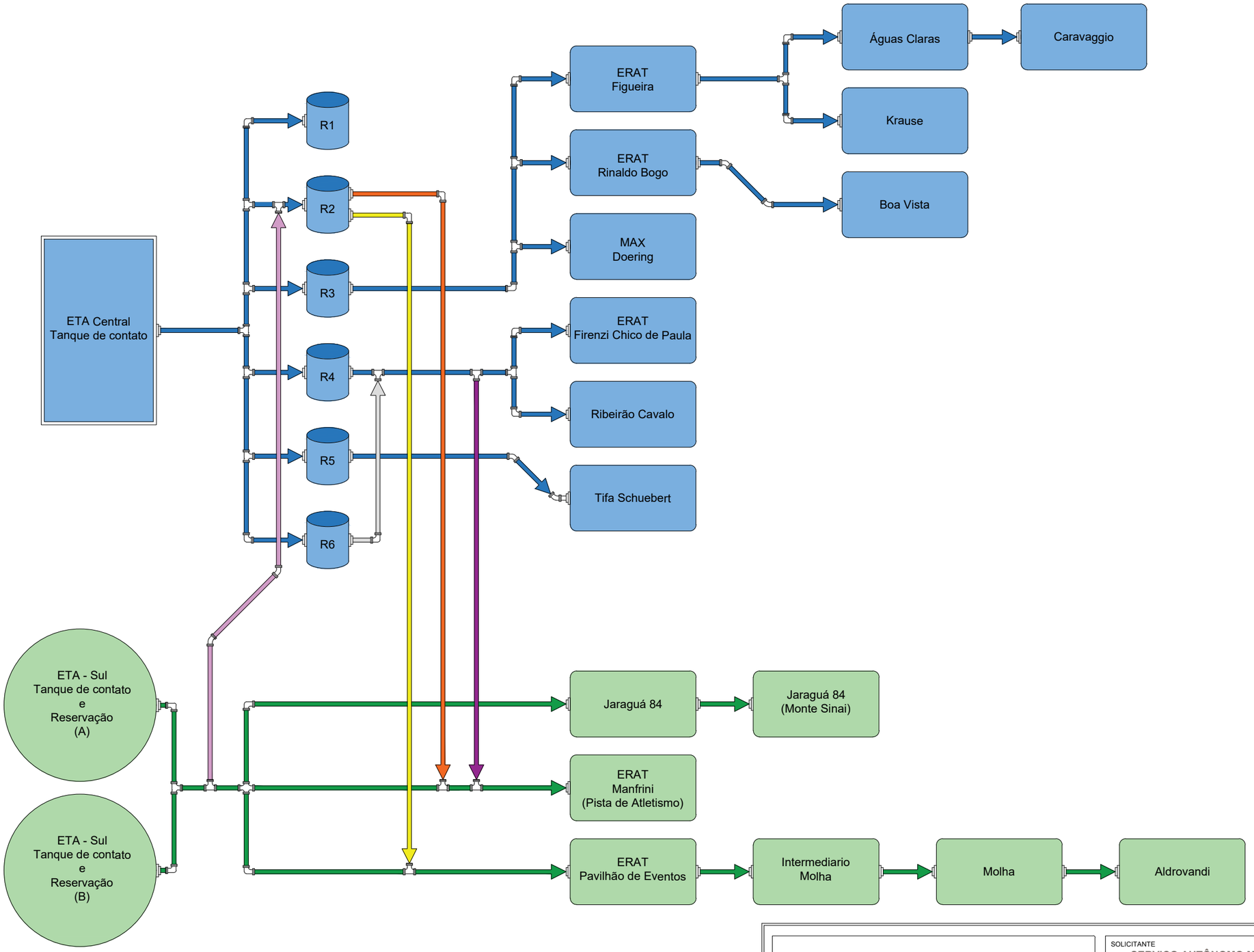
FLUXOGRAMA - Sistema independente Santo Estevão

ESCALA
SEM ESCALA

DATA
FEV. | 2025

RESP. TÉCNICO
ANDERSON ASSIS NOGUEIRA

APÊNDICE XVI – FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA TRATADA JUNTO AO SAMAE



A2N engenharia & soluções sustentáveis
www.a2nengenharia.com.br
a2nengenharia@gmail.com
19. 9 9215 2491

SOLICITANTE
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (SAMAE)
JARAGUÁ DO SUL

PROJETO
PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA DE JARAGUÁ DO SUL - SC

FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA

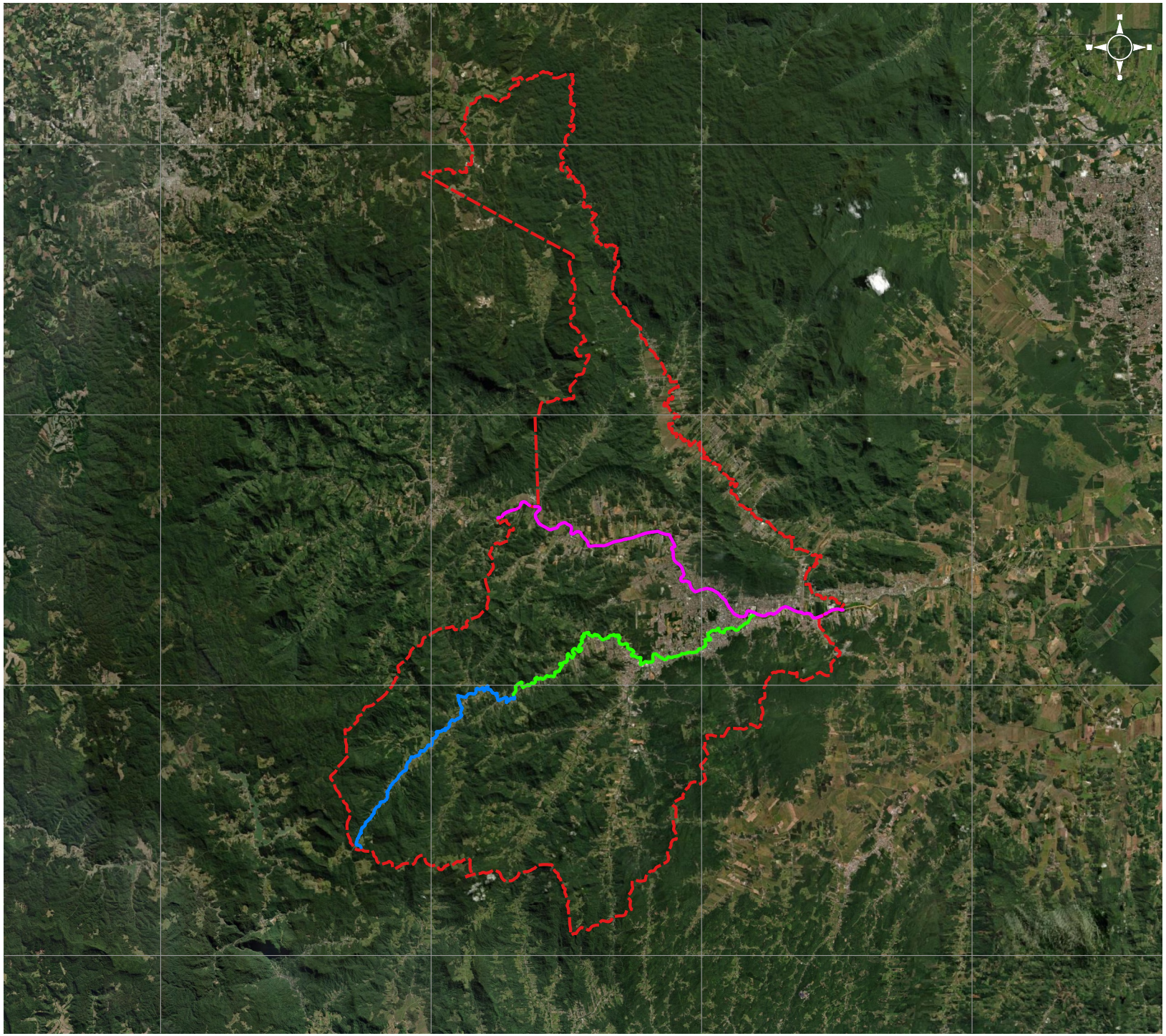
ESCALA
SEM ESCALA

DATA
FEV. | 2025

RESP. TÉCNICO
ANDERSON ASSIS NOGUEIRA

FOLHA: A3

APÊNDICE XVII – MANANCIAIS UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 300000

Legenda:

- Rio Itapocu
- Rio Jaraguá
- Rio Jaraguazinho
- Limites Municipais de Jaraguá do Sul

Mananciais em Jaraguá do Sul

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XVIII – SISTEMA DE CAPTAÇÃO SUPERFICIAL JUNTO A ETA CENTRAL





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 1000

Legenda:

- Captação
- ETA Central
- Pré-sedimentação
- Rio Itapocu

Sistema de Captação Superficial da ETA Central

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XIX – SISTEMA DE CAPTAÇÃO SUPERFICIAL JUNTO A ETA SUL





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 3000

Legenda:

- Captação
- ETA Sul
- Rio Jaraguá

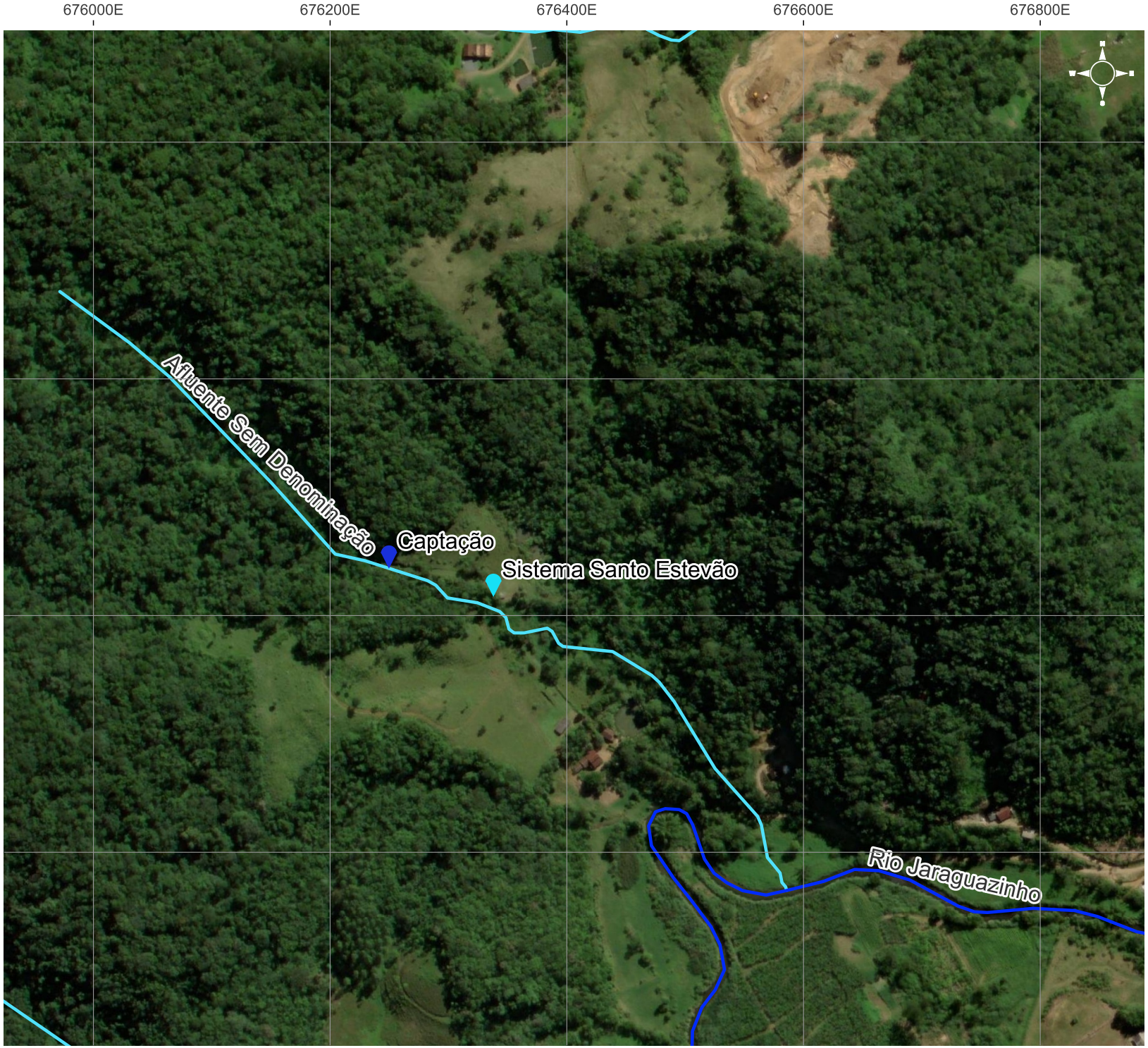
Sistema de Captação Superficial da ETA Sul

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE Jaraguá do Sul

APÊNDICE XX – CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DO SISTEMA INDEPENDENTE





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 4500

Legenda:

- Captação
- Sistema Independente Santo Estevão
- Rio Jaraguazinho
- Afluente sem denominação

Sistema de Captação Superficial do Sistema Individual Santo Estevão

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXI - MAPA DAS MICROBACIAS (MB 01-08) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA CENTRAL

684000E 686000E 688000E 690000E 692000E

7078000N 7076000N 7074000N 7072000N

MB-07 MB-04 MB-03 MB-05 MB-06 MB-08 MB-02 MB-01

CAPTAÇÃO ETA CENTRAL



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 30000

Legenda:

- Município Jaraguá do Sul
- Hidrografia
- Captação ETA-Central

Microbacias da ETA-Central

- MB-01
- MB-02
- MB-03
- MB-04
- MB-05
- MB-06
- MB-07
- MB-08

Microbacias a montante da captação da ETA Central (MB-01 à MB-08)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXII - MAPA DAS MICROBACIAS (MB 09-12) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA CENTRAL

678000E 680000E 682000E 684000E 686000E 688000E 690000E

7084000N 7082000N 7080000N 7078000N 7076000N 7074000N

MB-12 MB-11 MB-10 MB-09



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 45000

Legenda:

- Município Jaraguá do Sul
- Hidrografia
- Captação ETA-Central

Microbacias da ETA-Central

- MB-09
- MB-10
- MB-11
- MB-12

Microbacias a montante da captação da ETA Central (MB-09 à MB-12)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXIII - MAPA DAS MICROBACIAS (MB 13-23) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA CENTRAL

678000E 680000E 682000E 684000E 686000E 688000E

7076000N 7074000N 7072000N 7070000N 7068000N

MB-13 MB-14 MB-15 MB-16 MB-17 MB-18 MB-19 MB-20 MB-21 MB-22 MB-23

CAPTAÇÃO ETA CENTRAL



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 40000

Legenda:

- Município Jaraguá do Sul
- Hidrografia
- Captação ETA-Central

Microbacias da ETA-Central

- MB-13
- MB-14
- MB-15
- MB-16
- MB-17
- MB-18
- MB-19
- MB-20
- MB-21
- MB-22
- MB-23

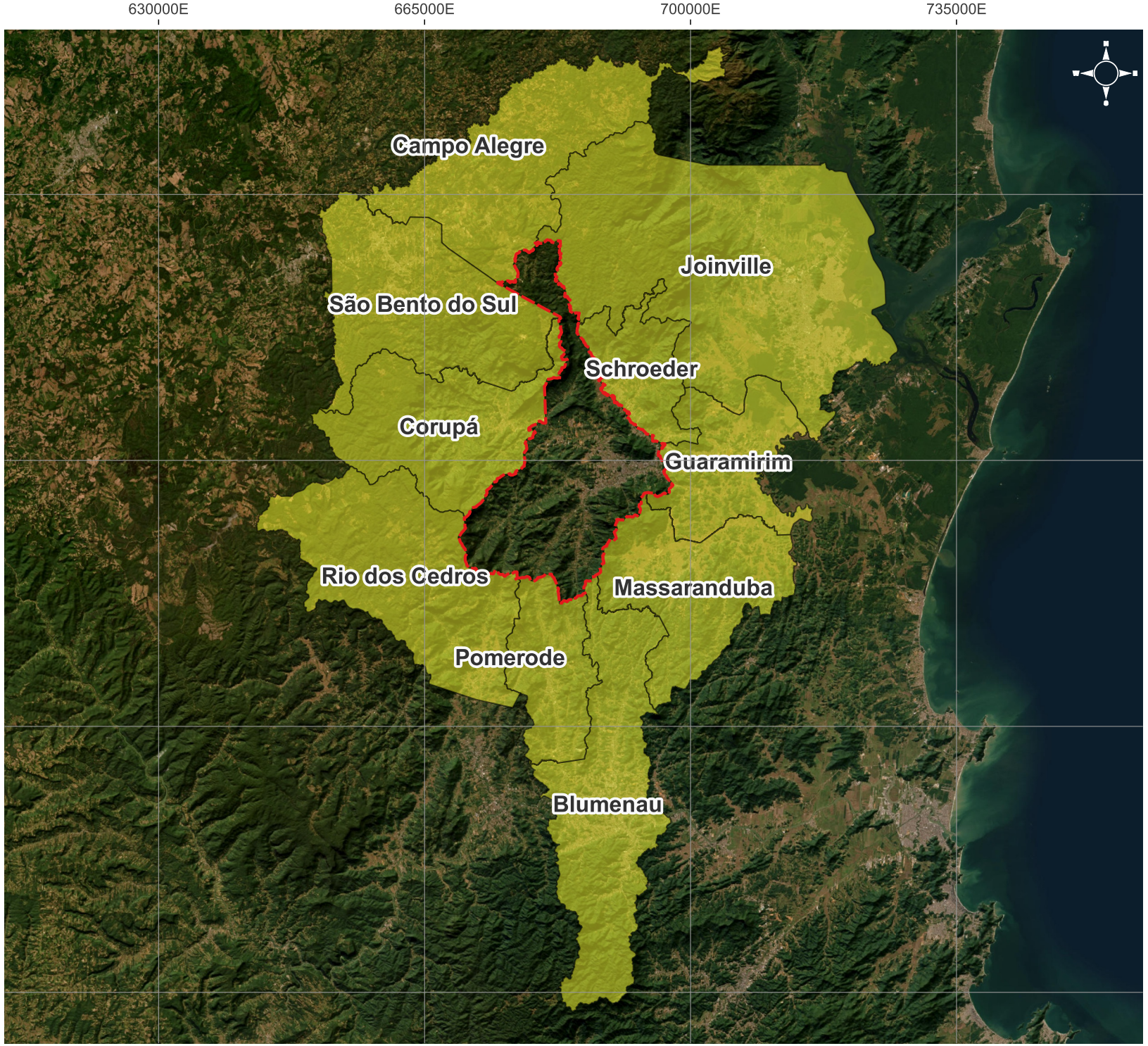
Microbacias a montante da captação da ETA Central (MB-13 à MB-23)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXIV - MUNICÍPIOS LIMÍTROFES COM JARAGUÁ DO SUL/SC





Universal Transverse Mercator (UTM)
SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
Esc.: 1: 700000

Legenda:

Limites de Jaraguá do Sul

Municipios Limítrofes

Municípios Limítrofes a Jaraguá do Sul

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXV - MUNICÍPIOS A MONTANTE DE JARAGUÁ DO SUL, EM RELAÇÃO A CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA NO RIO ITAPOCU

645000E
660000E
675000E
690000E
705000E
7110000N
7095000N
7080000N
7065000N
7050000N
São Bento do Sul
Corupá
Jaraguá do Sul
CAPTAÇÃO ETA CENTRAL



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 250000

Legenda:

- Captação ETA-Central
- Município Jaraguá do Sul
- Município de Corupá
- Município de São Bento do Sul
- Estado do Paraná
- Bacia Hidrográfica 1
- Bacia Hidrográfica 2
- Bacia Hidrográfica 3
- Rio Ano Bom
- Rio Humboldt
- Rio Itapocu
- Rio Jaraguá
- Rio Novo
- Rio Vermelho

Municípios a montante de Jaraguá do Sul e hidrografia de infuência na captação de água bruta no Rio Itapocu. (ETA-Central)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução:

A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização:

SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXVI - RODOVIA E FERROVIA DENTRO DOS LIMITES MUNICIPAIS DE JARAGUÁ DO SUL, CORUPÁ E SÃO BENTO DO SUL

645000E
660000E
675000E
690000E
705000E
7110000N
7095000N
7080000N
7065000N
7050000N
São Bento do Sul
Corupá
Jaraguá do Sul
CAPTAÇÃO ETA CENTRAL
CAPTAÇÃO ETA SUL



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 250000

Legenda:

- Captação ETA-Central
- Captação ETA-Sul
- Município Jaraguá do Sul
- Município de Corupá
- Município de São Bento do Sul
- Estado do Paraná
- Ferrovia
- Rodovia

Rodovia e Ferrovia dentro dos limites municipais de Jaraguá do Sul, Corupá e São Bento do Sul.

Elaboração do plano de segurança da água (PSA)
do município de Jaraguá do Sul

Execução:

A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização:

SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXVII – MANANCIAIS PRÓXIMOS A RODOVIA E FERROVIA - MONTANTE DA CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DA ETA CENTRAL

645000E
660000E
675000E
690000E
705000E
7110000N
7095000N
7080000N
7065000N
7050000N
São Bento do Sul
Corupá
Jaraguá do Sul
CAPTAÇÃO ETA CENTRAL
CAPTAÇÃO ETA SUL



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 250000

Legenda:

- Captação ETA-Central
- Captação ETA-Sul
- Município Jaraguá do Sul
- Município de Corupá
- Município de São Bento do Sul
- Estado do Paraná
- Bacia Hidrográfica Influente
- Principais Mananciais
- Ferrovia Allms
- Rodovia BR-280

Mananciais próximos a rodovia e ferrovia, que causam influência na captação de água bruta.
(ETA-Central)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA)
do município de Jaraguá do Sul

Execução:

A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização:

SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXVIII - PONTOS DE ATENÇÃO, RODOVIA BR-280, MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA CENTRAL

660000E

675000E

690000E

705000E

7095000N

7080000N

7065000N

São Bento do Sul

Corupá

Jaraguá do Sul

CAPTAÇÃO ETA CENTRAL



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 210000

Legenda:

- Rodovia BR-280
- Principais Mananciais
- Afluentes
- Pontos de atenção na Rodovia BR-280
- Captação ETA-Central
- Município Jaraguá do Sul
- Município de Corupá
- Município de São Bento do Sul
- Estado do Paraná

Pontos de atenção na Rodovia BR-280 próximo aos mananciais. (ETA-Central)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução:

A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização:

SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXIX - PONTOS DE ATENÇÃO, FERROVIA, MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA CENTRAL

660000E
675000E
690000E
705000E
7095000N
7080000N
7065000N
São Bento do Sul
Corupá
Jaraguá do Sul
CAPTAÇÃO ETA CENTRAL



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 210000

Legenda:

- Ferrovia Allms
- Principais Mananciais
- Afluentes
- Pontos de atenção na Ferrovia Allms
- Captação ETA-Central
- Município Jaraguá do Sul
- Município de Corupá
- Município de São Bento do Sul
- Estado do Paraná

Pontos de atenção na Ferrovia Allms próximo aos mananciais. (ETA-Central)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução:

A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização:

SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXX - MAPA DAS MICROBACIAS (MB 24-41) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA SUL

672000E 674000E 676000E 678000E 680000E 682000E

7070000N 7068000N 7066000N 7064000N 7062000N 7060000N

MB-32 S
MB-25 S
MB-26 S
MB-31 S
MB-30 S
MB-28 S
MB-27 S
MB-29 S
MB-24 S
CAPTAÇÃO ETA SUL
MB-38 S
MB-34 S
MB-33 S
MB-36 S
MB-35 S
MB-37 S
MB-39 S
MB-40 S
MB-41 S



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 40000

Legenda:

- Município Jaraguá do Sul
- Hidrografia
- CAPTAÇÃO ETA SUL

Microbacias da Eta-Sul

- MB-24 S
- MB-25 S
- MB-26 S
- MB-27 S
- MB-28 S
- MB-29 S
- MB-30 S
- MB-31 S
- MB-32 S
- MB-33 S
- MB-34 S
- MB-35 S
- MB-36 S
- MB-37 S
- MB-38 S
- MB-39 S
- MB-40 S
- MB-41 S

Microbacias a montante da captação da ETA Sul (MB-24 S á MB-41 S)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXXI - MAPA DAS MICROBACIAS (MB 42-73) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA SUL

670000E 672000E 674000E 676000E 678000E 680000E

7064000N 7062000N 7060000N 7058000N 7056000N

MB-42 S MB-43 S MB-44 S MB-45 S MB-46 S MB-47 S MB-48 S MB-49 S MB-50 S MB-51 S MB-52 S MB-53 S MB-54 S MB-55 S MB-56 S MB-57 S MB-58 S MB-59 S MB-60 S MB-61 S MB-62 S MB-63 S MB-64 S MB-65 S MB-66 S MB-67 S MB-68 S MB-69 S MB-70 S MB-71 S MB-72 S MB-73 S



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 40000

Legenda:

- Município Jaraguá do Sul
- Hidrografia
- Captação ETA-Sul

Microbacias da Eta-Sul

- MB-42 S
- MB-43 S
- MB-44 S
- MB-45 S
- MB-46 S
- MB-47 S
- MB-48 S
- MB-49 S
- MB-50 S
- MB-51 S
- MB-52 S
- MB-53 S
- MB-54 S
- MB-55 S
- MB-56 S
- MB-57 S
- MB-58 S
- MB-59 S
- MB-60 S
- MB-61 S
- MB-62 S
- MB-63 S
- MB-64 S
- MB-65 S
- MB-66 S
- MB-67 S
- MB-68 S
- MB-69 S
- MB-70 S
- MB-71 S
- MB-72 S
- MB-73 S

Microbacias a montante da captação da ETA Sul
(MB-42 S à MB-73 S)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL

APÊNDICE XXXII - MAPA DAS MICROBACIAS (MB 74-92) A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA ETA SUL

676000E

678000E

680000E

7066000N

7064000N

7062000N

CAPTAÇÃO ETA SUL

MB-92 S

MB-86 S

MB-90 S

MB-88 S

MB-89 S

MB-91 S

MB-87 S

MB-85 S

MB-78 S

MB-79 S

MB-77 S

MB-76 S

MB-75 S

MB-83 S

MB-84 S

MB-81 S

MB-82 S

MB-80 S

MB-74 S



Universal Transverse Mercator (UTM)

SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Esc.: 1: 20000

Legenda:

- Município Jaraguá do Sul
- Hidrografia
- Captação ETA-Sul

Microbacias da Eta-Sul

- MB-74 S
- MB-75 S
- MB-76 S
- MB-77 S
- MB-78 S
- MB-79 S
- MB-80 S
- MB-81 S
- MB-82 S
- MB-83 S
- MB-84 S
- MB-85 S
- MB-86 S
- MB-87 S
- MB-88 S
- MB-89 S
- MB-90 S
- MB-91 S
- MB-92 S

Microbacias a montante da captação da ETA Sul (MB-74 S à MB-92 S)

Elaboração do plano de segurança da água (PSA) do município de Jaraguá do Sul

Execução: A2N engenharia & soluções sustentáveis

Realização: SAMAE JARAGUÁ DO SUL