

ENVELOPE | PROPOSTA **Nº 02 | TÉCNICA**



EDITAL DE CONCORRÊNCIA PÚBLICA

CONCORRÊNCIA Nº 01/2023

PROCESSO Nº 34/2023

**CONCESSÃO DA PRESTAÇÃO DOS
SERVIÇOS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DO MUNICÍPIO DE CAMPOS ALTOS – MG.**

COPASA

Sumário

<i>LISTA DE FIGURAS.....</i>	<i>7</i>
<i>LISTA DE TABELAS</i>	<i>15</i>
<i>TERMO DE ABERTURA.....</i>	<i>17</i>
<i>TÓPICO 1 - PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</i>	<i>18</i>
1a) Manancial(is) a ser(em) explorado(s).....	18
1) Relação, localização e descrição dos mananciais que serão utilizados para abastecimento público de água	18
2) Avaliação dos aspectos ambientais relacionados ao(s) Manancial(is) a ser(em) explorado(s)	24
3) Descrição de parâmetros qualitativos da água bruta.....	36
i. Sede	36
ii. São Jerônimo dos Poções	52
4) Apresentação de parâmetros quantitativos de disponibilidade hídrica.....	55
1b) Captação e Adução de Água Bruta.....	61
1) Relação e localização das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água	61
i. Sede Municipal	61
ii. São Jerônimo dos Poções	68
2) Descrição física das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água	70
i. Sede Municipal	70
ii. São Jerônimo dos Poções	79
3) Estado de conservação das infraestruturas que serão utilizadas para o abastecimento público de água	83
i. Sede Municipal	83

ii. São Jerônimo dos Poções	87
4) Proposições de soluções para os problemas críticos	88
i. Sede Municipal.....	88
ii. São Jerônimo dos Poções	89
5) Apresentação dos critérios de dimensionamento	90
1c) Estação de Tratamento de Água e Estações Elevatórias de Água Tratada	93
1) Relação e localização das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água	93
i. Sede Municipal.....	93
ii. São Jerônimo dos Poções	102
2) Descrição física das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água	105
i. Sede Municipal.....	105
ii. São Jerônimo dos Poções	135
3) Estado de conservação das infraestruturas que serão utilizadas para o abastecimento público de água	136
i. Sede Municipal.....	136
ii. São Jerônimo dos Poções	151
4) Proposição de soluções para os problemas críticos	151
i. Sede Municipal.....	151
ii. São Jerônimo dos Poções	154
5) Apresentação dos critérios de dimensionamento	154
1d) Reservação	158
1) Relação e localização das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água	158

i. Sede	158
ii. São Jerônimo dos Poções	167
2) Descrição física das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água	170
i. Sede	170
ii. São Jerônimo dos Poções	170
3) Estado de conservação das infraestruturas que serão utilizadas para o abastecimento público de água	171
i. Sede	171
ii. São Jerônimo dos Poções	184
4) Proposição de soluções para os problemas críticos.....	186
i. Sede	189
ii. São Jerônimo dos Poções	189
5) Apresentação dos critérios de dimensionamento	189
i. Sede	189
ii. São Jerônimo dos Poções	190
1e) Redes de Distribuição, Ligações Prediais	191
1) Avaliação dos aspectos operacionais da infraestrutura que será utilizada para o abastecimento público de água	191
i. Sede	191
ii. São Jerônimo dos Poções	201
2) Proposição de soluções para os problemas críticos.....	201
i. Sede	201
ii. São Jerônimo dos Poções	202
3) Descrição das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água	202

1f) Cronograma Físico das Obras Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água	211
1) Cronograma Físico das soluções e obras propostas para o sistema de abastecimento de água com a previsão do início e término das obras	211
2) Croqui/fluxograma dos sistemas de abastecimento de água proposto	219
<i>TÓPICO 2 - PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO</i>	<i>224</i>
2a) Bacias de Contribuição e Esgotamento.....	224
1) Identificação, delimitação e descrição das bacias de esgotamento propostas	224
i. Sede.....	224
ii. São Jerônimo dos Poções	229
2) Definição dos sistemas de esgotamento sanitário propostos	231
i. Sede.....	231
ii. São Jerônimo dos Poções	238
2b) Redes Coletoras e Ligações Prediais.....	242
1) Avaliação das infraestruturas que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário.....	242
i. Sede.....	242
ii. São Jerônimo dos Poções	253
2) Proposição de soluções para os problemas críticos	255
i. Sede.....	255
ii. São Jerônimo dos Poções	256
3) Descrição das unidades que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário	259
i. Sede.....	259

ii. São Jerônimo dos Poções	263
2c) Interceptores e Emissários	263
1) Proposição de soluções para os problemas críticos.....	263
i. Sede	264
ii. São Jerônimo dos Poções	264
2) Apresentação dos critérios de dimensionamento	265
3) Relação e localização das unidades que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário	266
i. Sede	266
ii. São Jerônimo dos Poções	269
4) Descrição física das unidades que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário	271
i. Sede	271
ii. São Jerônimo dos Poções	273
2d) Estação de Tratamento de Esgoto e Estação Elevatória de Esgoto	273
1) Proposição de soluções para os problemas críticos.....	273
i. Sede	273
ii. São Jerônimo dos Poções	276
2) Apresentação dos critérios de dimensionamento	277
i. Sede	277
ii. São Jerônimo dos Poções	286
3) Descrição da localização das unidades que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário	288
i. Sede	288
ii. São Jerônimo dos Poções	294
4) Descrição física das unidades que serão utilizadas no sistema de	

esgotamento sanitário	296
i. Sede.....	296
ii. São Jerônimo dos Poções	315
2e) Corpo Receptor	320
1) Descrição do(s) corpo(s) receptor(es) que serão utilizados para o lançamento de efluentes tratados	320
i. Sede.....	321
ii. São Jerônimo dos Poções	322
2) Avaliação dos aspectos ambientais relacionados ao Corpo Receptor...	323
i. Sede.....	324
ii. São Jerônimo dos Poções	326
3) Caracterização do(s) corpo(s) receptor(es) quantitativamente e qualitativamente	328
i. Sede.....	328
ii. São Jerônimo dos Poções	332
2f) Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário	335
1) Cronograma Físico das soluções e obras propostas para o sistema de esgotamento sanitário com a previsão do início e término das obras.....	335
2) Croqui/fluxograma dos sistemas de esgotamento sanitário propostos ..	337
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	339
TERMO DE ENCERRAMENTO	342

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE INTERESSE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA SEDE DO MUNICÍPIO DE CAMPOS ALTOS	20
FIGURA 2 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO	21
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE INTERESSE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CAMPOS ALTOS (SEDE E DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES)	23
FIGURA 4 – TEMPERATURA MÉDIA MENSAL E PRECIPITAÇÃO SEGUNDO DADOS DO INMET 1991-2020....	25
FIGURA 5 – CLASSES DE SOLO ENCONTRADAS NO MUNICÍPIO DE CAMPOS ALTOS – MG	26
FIGURA 6 – CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CAMPOS ALTOS – MG	28
FIGURA 7- MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DO MUNICÍPIO DE CAMPOS ALTOS – MG	29
FIGURA 8 – DETALHES DE CERCAMENTOS DE APPS REALIZADOS EM PROPRIEDADES RURAIS NO MUNICÍPIO DE CAMPOS ALTOS/MG	30
FIGURA 9 – LOGOMARCA DA AGENDA ODS	33
FIGURA 10 – LOGOMARCA PROGRAMA CHUÁ	34
FIGURA 11 – PANORAMA DA GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI	35
FIGURA 12 – LOCALIZAÇÃO DAS CAPTAÇÕES DO RIBEIRÃO BARREIRO E ENGENHO DA SERRA EM CAMPOS ALTOS/MG.....	37
FIGURA 13 - BACIA DO RIO ARAGUARI – CH PN2 - PANORAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2021	38
FIGURA 14 - VARIAÇÃO DO PARÂMETRO COR NO SISTEMA PRODUTOR ETA Córrego do Engenho da Serra no período 2020/2023, no Município de Campos Altos.....	41
FIGURA 15 – VARIAÇÃO DO PARÂMETRO TURBIDEZ NO Córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG no período 2020/2023	42
FIGURA 16 – VARIAÇÃO DO PARÂMETRO PH NO Córrego do Engenho da Serra em Campos Altos/MG no período de 2020/2023.....	43
FIGURA 17- LOCALIZAÇÃO DA MINA SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES EM CAMPOS ALTOS/MG	53
FIGURA 18 – ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA COPASA MG ENGENHO DA SERRA E BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE INTERESSE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CAMPOS ALTOS – SEDE	57
FIGURA 19 – AJUSTE DAS DISTRIBUIÇÕES TEÓRICAS DE PROBABILIDADES AOS REGISTROS DE MONITORAMENTO	59
FIGURA 20 – MAPEAMENTO GEORREFERENCIADO DA CAPTAÇÃO Córrego Engenho da Serra.....	62
FIGURA 21 – ACESSO A CAPTAÇÃO Córrego Engenho da Serra. CAPTAÇÃO EM DESTAQUE.....	63
FIGURA 22 – MAPEAMENTO GEORREFERENCIADO DA CAPTAÇÃO BARREIRO.....	64
FIGURA 23 – MAPEAMENTO GEORREFERENCIADO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA EXISTENTE.....	65
FIGURA 24 – TRAJETO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA A CONSTRUIR	66

FIGURA 25 – UNIDADES QUE COMPÕEM AS CAPTAÇÕES E ADUTORAS DE ÁGUA	68
FIGURA 26 – MAPEAMENTO GEORREFERENCIADO DA CAPTAÇÃO EM SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES	69
FIGURA 27 – VISTA AÉREA DA ESTRADA QUE DÁ ACESSO À CAPTAÇÃO	70
FIGURA 28 – VISTA AÉREA DA CAPTAÇÃO DO CÓRREGO ENGENHO DA SERRA	71
FIGURA 29 – BARRAGEM DE NÍVEL DO CÓRREGO ENGENHO DA SERRA	71
FIGURA 30 – ACESSO A BARRAGEM E CAIXA DE MACROMEDIÇÃO INDICADA PELA SETA	72
FIGURA 31 – PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO E ADVERTÊNCIA, E CERCAMENTO DA UNIDADE	72
FIGURA 32 – AAB DA CAPTAÇÃO DO CÓRREGO ENGENHO DA SERRA.....	73
FIGURA 33 – PV NA AAB PROVENIENTE DA CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DO CÓRREGO ENGENHO DA SERRA .	74
FIGURA 34 – LOCAL PREVISTO PARA CAPTAÇÃO NO CÓRREGO DO BARREIRO	75
FIGURA 35 – BARRAGEM PERFIL CREAGER.....	76
FIGURA 36 – VISTA AÉREA DE UM MODELO DE DESARENADOR.....	76
FIGURA 37 – TRAJETO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA PROJETADA	77
FIGURA 38 – MODELO DE ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA	78
FIGURA 39 – MODELO DE PAINÉIS E CONJUNTOS MOTOBOMBA	79
FIGURA 40 – BARRAMENTO EM ALVENARIA NA CAPTAÇÃO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES	80
FIGURA 41 – TUBULAÇÃO E CAIXA EM FIBRA COM VOLUME DE 500 LITROS	81
FIGURA 42 – TUBULAÇÃO DE TOMADA DE ÁGUA DA CAPTAÇÃO	81
FIGURA 43 – REGISTRO NA SAÍDA DA TUBULAÇÃO DE ÁGUA BRUTA.....	82
FIGURA 44 – DESNÍVEL ENTRE A CAPTAÇÃO E O RESERVATÓRIO	83
FIGURA 45 – LOCALIZAÇÕES DAS EROSÕES A MONTAGEM DA CAPTAÇÃO EXISTENTE.....	84
FIGURA 46 – BARRAGEM DO CÓRREGO ENGENHO DA SERRA ASSOREADA	84
FIGURA 47 – BARRAGEM DO CÓRREGO ENGENHO DA SERRA.....	85
FIGURA 48 – EROSÃO NO TRECHO ONDE PASSA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA.....	86
FIGURA 49 – TRECHO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA DANIFICADO EM DECORRÊNCIA DE EROSÃO	86
FIGURA 50 – CAPTAÇÃO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES	87
FIGURA 51 – ACESSO À CAPTAÇÃO	88
FIGURA 52 – LOCALIZAÇÃO DA ETA, INDICADA PELA SETA, E ENTORNO	93
FIGURA 53 – LOCALIZAÇÃO DA EAT01, INDICADA PELA SETA, E ENTORNO.....	94
FIGURA 54 – LOCALIZAÇÃO DA EAT02 INDICADA PELA SETA E ENTORNO	95
FIGURA 55 – LOCALIZAÇÃO DA EAT03, INDICADA PELA SETA, E ENTORNO.....	96
FIGURA 56 – LOCALIZAÇÃO DA EAT04, INDICADA PELA SETA, E ENTORNO.....	97
FIGURA 57 – LOCALIZAÇÃO DA EPS01, INDICADA PELA SETA, E ENTORNO	98
FIGURA 58 – LOCALIZAÇÃO DA EAT05, INDICADA PELA SETA E ENTORNO	99
FIGURA 59 – LOCALIZAÇÃO DA EAT06, INDICADA PELA SETA, E ENTORNO.....	99
FIGURA 60 – LOCALIZAÇÃO DO BOOSTER 01, INDICADO PELA SETA, E ENTORNO	100

FIGURA 61- PROJETO PADRÃO DA EAT 07	101
FIGURA 62 – ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA GEORREFERENCIADAS	102
FIGURA 63 – LOCALIZAÇÃO DO TRATAMENTO SIMPLIFICADO A SER IMPLANTADO	103
FIGURA 64 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES	104
FIGURA 65 – VISTA AÉREA GERAL DA ETA CAMPOS ALTOS	106
FIGURA 66 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DA ETA CAMPOS ALTOS	107
FIGURA 67 – VISTA DA CALHA PARSHALL COM OS PONTOS DE APLICAÇÃO DOS PRODUTOS QUÍMICOS	108
FIGURA 68 – VISTA DO FLOCULADOR.....	109
FIGURA 69 – CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DO FLOCULADOR	109
FIGURA 70 – VISTA DOS DECANTADORES	110
FIGURA 71 – CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DOS DECANTADORES.....	110
FIGURA 72 – VISTA DOS FILTROS.....	111
FIGURA 73 – CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DOS FILTROS	111
FIGURA 74 – ESTOCAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS.....	113
FIGURA 75 – SALA DE PREPARO DE SOLUÇÕES	113
FIGURA 76 – SALA DE DOSAGENS.....	114
FIGURA 77 – SALA DE DOSAGENS.....	114
FIGURA 78 – RESERVATÓRIO DE CONTENÇÃO EM CASO DE VAZAMENTO DE PRODUTO QUÍMICO	115
FIGURA 79 – EQUIPAMENTOS LABORATÓRIO.....	116
FIGURA 80 – EQUIPAMENTOS DE PROCESSO	116
FIGURA 81 – EQUIPAMENTO JAR TEST	117
FIGURA 82 – PADRÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CEMIG) E POSTES DE ILUMINAÇÃO DISTRIBUÍDOS NO PÁTIO DA ETA	118
FIGURA 83 – GERADOR DE ENERGIA	118
FIGURA 84 – REGISTRO DE QUALIDADE DE ÁGUA BRUTA, DECANTADA, FILTRADA E TRATADA (01/03/2023)	119
FIGURA 85 – REGISTROS DE QUALIDADE DE ÁGUA DA SAÍDA DO TRATAMENTO E REDE DE DISTRIBUIÇÃO (08/03/2023 E 10/03/2023).....	120
FIGURA 86 – REGISTRO DO INDICADOR QUAG (09/2022 A 02/2023).....	120
FIGURA 87 – LOCALIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DA UTR E ENTORNO	121
FIGURA 88 – LOCAÇÃO DA UTR.....	122
FIGURA 89 – CONSTRUÇÃO DA UTR.....	122
FIGURA 90 – CONSTRUÇÃO DA UTR.....	123
FIGURA 91 – FLUXOGRAMA DE PROCESSO DA UTR	124
FIGURA 92 – PROJETO SIMILAR DE UTR	125
FIGURA 93 – PAINÉIS E CONJUNTOS MOTOBOMBA DA EAT01 E EAT04.....	126

FIGURA 94 – PAINEL E CONJUNTOS MOTOBOMBA DA EAT 02	127
FIGURA 95 – CONJUNTO MOTOBOMBA DA EAT 03	127
FIGURA 96 – CONJUNTO MOTOBOMBA DA EAT 04	128
FIGURA 97 – VISTA EXTERNA DA EPS01	129
FIGURA 98 – PAINEL DA EPS01	129
FIGURA 99 – CONJUNTO MOTOBOMBA DA EAT 05	130
FIGURA 100 – CONJUNTO MOTOBOMBA DA EAT 06	131
FIGURA 101 – CONJUNTO MOTOBOMBA DO BOOSTER 01.....	132
FIGURA 102 – ACESSO À EAT 08	132
FIGURA 103 – EATS EXISTENTES	133
FIGURA 104 – PROJETO PADRÃO COPASA MG SIMILAR DE EAT	134
FIGURA 105 – EATS PROPOSTAS.....	135
FIGURA 106 – SISTEMA DE TRATAMENTO SIMPLIFICADO (TPS)	136
FIGURA 107 – PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO E SEGURANÇA, CERCAMENTO DA UNIDADE.....	137
FIGURA 108 – ACESSO A ETA	138
FIGURA 109 – ÁREA INTERNA DA ETA	139
FIGURA 110 – EVIDÊNCIA DE VAZAMENTO	140
FIGURA 111 – EQUIPAMENTOS LABORATÓRIO.....	141
FIGURA 112 – EQUIPAMENTOS DE PROCESSO	141
FIGURA 113 – EQUIPAMENTO JAR TEST	142
FIGURA 114 – DEPÓSITO PRODUTO QUÍMICO SÓLIDO	143
FIGURA 115 – DEPÓSITO PRODUTO QUÍMICO LÍQUIDO	143
FIGURA 116 – BOMBAS DOSADORAS	144
FIGURA 117 – VISTA DA CALHA PARSHALL	145
FIGURA 118 – VISTA MACROMEDIDOR	145
FIGURA 119 – NECESSIDADE DE PINTURA DA EAT01/04.....	146
FIGURA 120 – ÁREA EXTERNA DA EAT02.....	147
FIGURA 121 – EAT03 ÁREA EXTERNA DA ELEVATÓRIA.....	147
FIGURA 122 – NECESSIDADE DE PINTURA DA EAT01/04.....	148
FIGURA 123 – ENTORNO EPS01	149
FIGURA 124 – ENTORNO EAT05	149
FIGURA 125 – SITUAÇÃO DO ENTORNO EAT06	150
FIGURA 126 – BOOSTER 01.....	150
FIGURA 127 – ACESSO AO BOOSTER 01	151
FIGURA 128 – FLUXOGRAMA PROPOSTO.....	153
FIGURA 129 – LOCALIZAÇÃO DO REN 01, INDICADO PELA SETA, E ENTORNO	159

FIGURA 130 – LOCALIZAÇÃO DO REN02, INDICADO PELA SETA, E ENTORNO	160
FIGURA 131 – LOCALIZAÇÃO DO REN 03 E REL 05, INDICADOS PELA SETA, E ENTORNO	161
FIGURA 132– LOCALIZAÇÃO DO RAP04, INDICADO PELA SETA, E ENTORNO	162
FIGURA 133 – LOCALIZAÇÃO DO RAP06 E REL07, INDICADOS PELA SETA, E ENTORNO	163
FIGURA 134 – LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DO RAP08.....	164
FIGURA 135 – LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS EXISTENTES	165
FIGURA 136 – LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS EXISTENTES E PROJETADOS	166
FIGURA 137– LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS PROJETADOS.....	167
FIGURA 138 – LOCALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES	168
FIGURA 139 – LOCALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DO RESERVATÓRIO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES	169
FIGURA 140 – REN01	172
FIGURA 141 – CERCAMENTO DA UNIDADE, PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO E ADVERTÊNCIA	172
FIGURA 142 – VISTA DA ÁREA INTERNA DO REN 01.	173
FIGURA 143 – VISTA DA ÁREA INTERNA REN 01	173
FIGURA 144 – REN 02	174
FIGURA 145 – CERCAMENTO DA UNIDADE E PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	175
FIGURA 146 – REN 02 E CERCAMENTO DA UNIDADE.....	175
FIGURA 147– CERCAMENTO DA UNIDADE E PLACA DE ADVERTÊNCIA.....	176
FIGURA 148 – REN 03	177
FIGURA 149 – COLUNA DO REL 05	177
FIGURA 150 – TAÇA DO REL 05.....	178
FIGURA 151– CERCAMENTO DA UNIDADE, PLACA DE IDENTIFICAÇÃO E ADVERTÊNCIA.....	178
FIGURA 152 – CERCAMENTO DA UNIDADE, PLACA DE IDENTIFICAÇÃO E ADVERTÊNCIA.....	179
FIGURA 153 – RAP 04	180
FIGURA 154 – RAP 04	180
FIGURA 155 – VISTA DA ÁREA INTERNA DO RAP 04.....	181
FIGURA 156 – CERCAMENTO DA UNIDADE	181
FIGURA 157– RAP06	182
FIGURA 158 – COLUNA DO REL07	183
FIGURA 159 – TAÇA DO REL07	183
FIGURA 160 – CERCAMENTO DA UNIDADE	184
FIGURA 161 – VISTA DA ÁREA INTERNA DO RAP06 E REL07	184
FIGURA 162 – RESERVATÓRIO EXISTENTE DE 10M ³	185
FIGURA 163 – RESERVATÓRIO EXISTENTE DE 10 M ³	185
FIGURA 164 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE IMPLANTAÇÃO DO NOVO RESERVATÓRIO	186
FIGURA 165 – PROJETO PADRÃO COPASA MG SIMILAR RESERVATÓRIO APOIADO METÁLICO	187

FIGURA 166 – LOCALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS RESERVATÓRIOS DA SEDE.....	188
FIGURA 167 – MAPEAMENTO DE REDES DE CAMPOS ALTOS	192
FIGURA 168 – ÁREAS CRÍTICAS DE ÁGUA E LOCALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS RESERVATÓRIOS	193
FIGURA 169 – ZONAS DE ABASTECIMENTO E LOCALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS RESERVATÓRIOS	194
FIGURA 170 – ACOMPANHAMENTO DE PRESSÕES NOS CAVALETES	196
FIGURA 171 – SERVIÇO DE MANUTENÇÃO EM REDE DE ÁGUA E RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTO	197
FIGURA 172 – PERDA EM PERCENTUAL ÚLTIMOS 12 MESES	198
FIGURA 173 – PESQUISA DE VAZAMENTO COM HASTE DE ESCUTA	199
FIGURA 174 – PERDA EM LITROS/LIGXDIA MENSAL E MÉDIA DOS ÚLTIMOS 12 MESES	200
FIGURA 175 – ESTOQUE DE TUBOS PVC UTILIZADOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO	204
FIGURA 176 – CONEXÕES E ACESSÓRIOS UTILIZADOS NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO	205
FIGURA 177 – CONEXÕES E ACESSÓRIOS UTILIZADOS NAS LIGAÇÕES PREDIAIS	206
FIGURA 178 – MAPEAMENTO GEORREFERENCIADO CONTENDO OS MACROMEDIDORES	207
FIGURA 179 – LOCALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS REGISTROS DE MANOBRA EM CAMPOS ALTOS..	208
FIGURA 180 – PROJETO TÍPICO DE PADRÃO DE ÁGUA TIPO MÚLTIPLO.....	209
FIGURA 181 – EXEMPLOS DE LIGAÇÕES PREDIAIS PADRÃO	210
FIGURA 182 – SENTIDO DO FLUXO NAS BACIAS DE ESGOTAMENTO PROJETADAS	225
FIGURA 183 – BACIAS DE ESGOTAMENTO PROJETADAS.....	226
FIGURA 184 – BACIAS DE ESGOTAMENTO PROJETADAS.....	227
FIGURA 185 – BACIA DE ESGOTAMENTO PROJETADA	230
FIGURA 186 – REDE COLETORA EXISTENTE	232
FIGURA 187 – INTERCEPTORES, EMISSÁRIOS E RECALQUES PROJETADOS	234
FIGURA 188 – FLUXOGRAMA DA ETE PREVISTA PARA A SEDE	236
FIGURA 189 – SES PROJETADO	238
FIGURA 190 – MODELO DE FOSSA RUDIMENTAR	239
FIGURA 191 – SES PROJETADO DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES	241
FIGURA 192 – POÇO DE VISITA DE ESGOTO INSTALADO NAS REDES COLETORAS DE ESGOTO	242
FIGURA 193 – INDICAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DE ESGOTO <i>IN NATURA</i>	244
FIGURA 194 – LANÇAMENTO DE ESGOTO <i>IN NATURA</i> NO RIBEIRÃO SANTA TERESA.....	244
FIGURA 195 – PONTO DE LANÇAMENTO ESGOTOS NO SOLO	245
FIGURA 196 – LANÇAMENTO DE ESGOTO <i>IN NATURA</i> NO SOLO	246
FIGURA 197 – TRECHO DE REDE COLETORA DE ESGOTO DANIFICADO.....	247
FIGURA 198 – LANÇAMENTO DE ESGOTO NA REDE PLUVIAL	248
FIGURA 199 – TRAVESSIAS DE REDE COLETORA DE ESGOTO SOB LINHA FÉRREA	249
FIGURA 200 – DESENTUPIMENTO DE TUBULAÇÕES COM ARAME COM ACESSO PELO PV	250
FIGURA 201 – LIMPEZA, DESOBSTRUÇÃO E SUÇÃO DE ESGOTO COM CAMINHÃO HIDROJATO	251

FIGURA 202 – LIMPEZA, DESOBSTRUÇÃO E SUÇÃO DE ESGOTO COM CAMINHÃO HIDROJATO	251
FIGURA 203 – SERVIÇO DE ALTEAMENTO DE PV ANTES E APÓS EXECUÇÃO	252
FIGURA 204 – FILMAGENS DE REDE DE ESGOTO.....	253
FIGURA 205 – MODELO DE FOSSA RUDIMENTAR INDIVIDUAL	254
FIGURA 206 – REDE COLETORA PROJETADA	255
FIGURA 207 – ESQUEMA DE CONSTRUÇÃO DE RAMAL INTERNO DE ESGOTO	257
FIGURA 208 – ESQUEMA DE INTERLIGAÇÃO DO RAMAL A REDE COLETORA	258
FIGURA 209 – TUBO UTILIZADO NAS LIGAÇÕES PREDIAIS	259
FIGURA 210 – EXEMPLO DE CONSTRUÇÃO DE POÇO LUMINAR NO PASSEIO	260
FIGURA 211 – TUBO UTILIZADO NAS REDES COLETORAS	261
FIGURA 212 – EXEMPLO DE CONSTRUÇÃO DE PV.....	262
FIGURA 213 – LIGAÇÃO DE ESGOTO À REDE COLETORA.....	263
FIGURA 214 – INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS PROJETADOS	267
FIGURA 215 – INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS PROJETADOS	268
FIGURA 216 – INDICAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DE EFLUENTE DA ETE	269
FIGURA 217 – INTERCEPTOR PROJETADO EM SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES	270
FIGURA 218 – INTERCEPTOR E EMISSÁRIO.....	271
FIGURA 219 – TUBO UTILIZADO NOS INTERCEPTORES E EMISSÁRIO	273
FIGURA 220 – ELEVATÓRIAS 01 E 02 PROJETADAS PARA A SEDE.....	274
FIGURA 221 – LOCAL PROPOSTO PARA INSTALAÇÃO DA WETLAND.....	277
FIGURA 222 – PERFIL LONGITUDINAL DE WETLAND CONSTRUÍDO EM ESCOAMENTO VERTICAL.....	287
FIGURA 223 – LOCALIZAÇÃO EEE01 PROJETADA.....	288
FIGURA 224 – LOCALIZAÇÃO DA EEE 01 PROJETADA	289
FIGURA 225 – LOCALIZAÇÃO DA EEE 02 PROJETADA	290
FIGURA 226 – LOCALIZAÇÃO ETE PROJETADA.....	291
FIGURA 227 – ENTORNO DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DA ETE	292
FIGURA 228– LOCALIZAÇÃO DAS EEES E ETE PROJETADAS	293
FIGURA 229 – LOCALIZAÇÃO DA ETE PROJETADA	295
FIGURA 230 – LOCALIZAÇÃO DA ETE PROJETADA	296
FIGURA 231 – PARTE INTERNA DO MODELO DE SBL A SER IMPLANTADO.....	297
FIGURA 232 – PARTE EXTERNA DO MODELO DE SBL A SER IMPLANTADO	298
FIGURA 233– MODELO DE ABRIGO DE PAINÉIS E URBANIZAÇÃO DA UNIDADE	299
FIGURA 234 – MODELO ESQUEMÁTICO DAS EEES A SEREM IMPLANTADAS	300
FIGURA 235 – FLUXOGRAMA DO TRATAMENTO DA ETE	302
FIGURA 236 – CORTE LATERAL DE TRATAMENTO PRELIMINAR PADRÃO COPASA MG	303
FIGURA 237 – FOTO DE MODELO DE DESARENADOR EM CONSTRUÇÃO	304

FIGURA 238 – FOTO DE REATOR UASB PADRÃO COPASA MG	305
FIGURA 239 – CORTE LATERAL DE REATOR UASB PADRÃO COPASA MG.....	305
FIGURA 240 – ESQUEMA DE PROCESSO DO REATOR UASB	306
FIGURA 241 – FLUXOGRAMA LODOS ATIVADOS	307
FIGURA 242 – CORTE LATERAL REATOR AERÓBIO PADRÃO COPASA MG	307
FIGURA 243 – CORTE LATERAL DE ELEVATÓRIA DE RECIRCULAÇÃO DE LODO PADRÃO COPASA MG.....	308
FIGURA 244 – DECANTADOR SECUNDÁRIO EM FUNCIONAMENTO.....	309
FIGURA 245 – CORTE LATERAL DE DECANTADOR SECUNDÁRIO PADRÃO COPASA MG	309
FIGURA 246 – FOTO DA PARTE INTERNA DE DECANTADOR SECUNDÁRIO VAZIO	310
FIGURA 247 – LEITO DE SECAGEM SIMILAR EM EXECUÇÃO.....	311
FIGURA 248 – LEITO DE SECAGEM SIMILAR EM OPERAÇÃO	312
FIGURA 249 – CORTE TRANSVERSAL DE LEITOS DE SECAGEM PADRÃO COPASA MG	312
FIGURA 250 – PROJETO DAS UNIDADES DE APOIO DA ETE	313
FIGURA 251 – ESQUEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO PARA SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES.....	316
FIGURA 252 – MODELO DE TRATAMENTO PRELIMINAR EXISTENTE NA COPASA MG	318
FIGURA 253 – ESQUEMA DE WETLAND VERTICAL – SISTEMA FRANCÊS.....	319
FIGURA 254 – ETE WETLANDS ITABIRITO – INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA.....	319
FIGURA 255 – ETE WETLANDS ITABIRITO	320
FIGURA 256 – LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI, COM DESTAQUE PARA O RIO MISERICÓRDIA	321
FIGURA 257 - REPRESENTAÇÃO DO RIBEIRÃO SANTA TERESA QUE RECEBERÁ O EFLUENTE EM CAMPOS ALTOS/MG.....	322
FIGURA 258 – REPRESENTAÇÃO DO CÓRREGO DA VARGEM QUE RECEBERÁ O EFLUENTE EM SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES/MG	323
FIGURA 259 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E LANÇAMENTO DE EFLUENTES NO RIBEIRÃO SANTA TERESA EM CAMPOS ALTOS/MG	325
FIGURA 260 – REPRESENTAÇÃO DA CARGA DE DBO DIÁRIA GERADA EM CAMPOS ALTOS/MG	325
FIGURA 261– VISTA AÉREA DO CÓRREGO DA VARGEM	327
FIGURA 262 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES PREVISTO PARA A ETE A SER IMPLANTADA EM CAMPOS ALTOS/MG (SEDE)	329
FIGURA 263 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES PREVISTO PARA A ETE A SER IMPLANTADA EM CAMPOS ALTOS – DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES.....	333

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – VARIAÇÃO DO PARÂMETRO E. COLI NO Córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG NO PERÍODO 2020/2022	45
TABELA 2 – VARIAÇÃO DO PARÂMETRO E. COLI NO RIBEIRÃO Barreiro em Campos Altos/MG NO PERÍODO 2020/2022	46
TABELA 3 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS NO Córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG NO PERÍODO 2020/2022	47
TABELA 4 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS NO Córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG NO PERÍODO 2020/2022	47
TABELA 5 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS NO Córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG, NO PERÍODO 2020/2022	48
TABELA 6 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS NO RIBEIRÃO Barreiro em Campos Altos/MG NO PERÍODO 2020/2022	49
TABELA 7 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS NO RIBEIRÃO Barreiro em Campos Altos/MG NO PERÍODO 2020/2022	50
TABELA 8 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS NO RIBEIRÃO Barreiro em Campos Altos/MG NO PERÍODO 2020/2022	51
TABELA 9 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS NA MINA SÃO JERÔNIMO DOS POÇOS EM 2023	54
TABELA 10 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS NA MINA SÃO JERÔNIMO DO POÇOS EM 2023	55
TABELA 11 – CARACTERÍSTICAS DA ESTAÇÃO SELECIONADA NESTE ESTUDO	56
TABELA 12 – VAZÕES ANUAIS MÍNIMAS UTILIZADOS NA ANÁLISE DE FREQUÊNCIA.....	58
TABELA 13 – ESTIMATIVA DO VALOR DA $Q_{7,10}$ PARA A ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA COPASA MG Córrego Engenho da Serra.....	60
TABELA 14 – VAZÕES $Q_{7,10}$ ESTIMADAS NOS PONTOS DE INTERESSE DO ESTUDO	61
TABELA 15 – COORDENADA DAS UNIDADES DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA DA SEDE DO MUNICÍPIO DE CAMPOS ALTOS	67
TABELA 16 – PROBLEMAS CRÍTICOS, SOLUÇÕES PROPOSTAS E RESPECTIVOS PRAZOS - CAPTAÇÃO E AAB DA SEDE.	89
TABELA 17 – PROBLEMAS CRÍTICOS, SOLUÇÕES PROPOSTAS E RESPECTIVOS PRAZOS - CAPTAÇÃO E AAB DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇOS	90
TABELA 18 – PROBLEMAS CRÍTICOS E RESPECTIVAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA O ABASTECIMENTO DA SEDE	153
TABELA 19 – PROBLEMAS CRÍTICOS E RESPECTIVAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA O ABASTECIMENTO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇOS	154

TABELA 20 – PROJEÇÃO DEMANDA CAMPOS ALTOS CONFORME POPULAÇÃO PMSB, COM ETA OPERANDO 18 HORAS POR DIA E 21 HORAS POR DIA	155
TABELA 21 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS SAA SEDE CAMPOS ALTOS	170
TABELA 22 – RESERVATÓRIOS PREVISTOS SAA SEDE CAMPOS ALTOS	170
TABELA 23 – RESERVATÓRIOS PREVISTOS SAA SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES.....	171
TABELA 24 – REDES SAA SEDE DE CAMPOS ALTOS.....	202
TABELA 25 – TIPOS DE REDES DE SAA SEDE DE CAMPOS ALTOS.....	203
TABELA 26 – DIÂMETROS DAS REDES DE SAA SEDE DE CAMPOS ALTOS	203
TABELA 27 – CARACTERÍSTICAS DOS HIDRÔMETROS UTILIZADOS PARA MEDIÇÃO	210
TABELA 28 – VAZÃO DE ESGOTO EM CADA SUB-BACIA DA SEDE.....	229
TABELA 29 – QUANTITATIVOS DA REDE COLETORA DE ESGOTO	243
TABELA 30 – RESULTADO DAS ANÁLISES DO CORPO RECEPTOR.....	331
TABELA 31 – RESULTADOS DAS ANÁLISES DO CORPO RECEPTOR	334



PROPOSTA TÉCNICA – CAMPOS ALTOS/MG

TERMO DE ABERTURA

À

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS ALTOS

Ref.: CONCORRÊNCIA PÚBLICA Nº 01/2023

OBJETO: Concessão da Prestação dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Município de Campos Altos – MG

Prezados Senhores,

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG, CNPJ: 17.281.106.0001/03, com sede a Rua Mar de Espanha, Nº 525, Santo Antônio, Belo Horizonte/MG, vem através de seus representantes legais, abaixo assinados, encaminhar sua PROPOSTA TÉCNICA, conforme “Anexo III – Informações para elaboração da Proposta Técnica”.

Belo Horizonte, 20 de setembro de 2023.

Guilherme Augusto Duarte de Faria

Diretor Presidente

Carlos Augusto Botrel Berto

Diretor Financeiro e de Relações com Investidores

TÓPICO 1 - PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Em atendimento ao disposto no Anexo III do Edital de Concorrência Pública N° 01/2023, Processo N° 34/2023, do Município de Campos Altos, estado de Minas Gerais, a COPASA MG, na condição de licitante, apresenta, nesta Parte 1 da Proposta Técnica, as Proposições para o Sistema de Abastecimento de Água da sede do Município de Campos Altos e do distrito de São Jerônimo dos Poções.

1a) Manancial(is) a ser(em) explorado(s)

1) Relação, localização e descrição dos mananciais que serão utilizados para abastecimento público de água

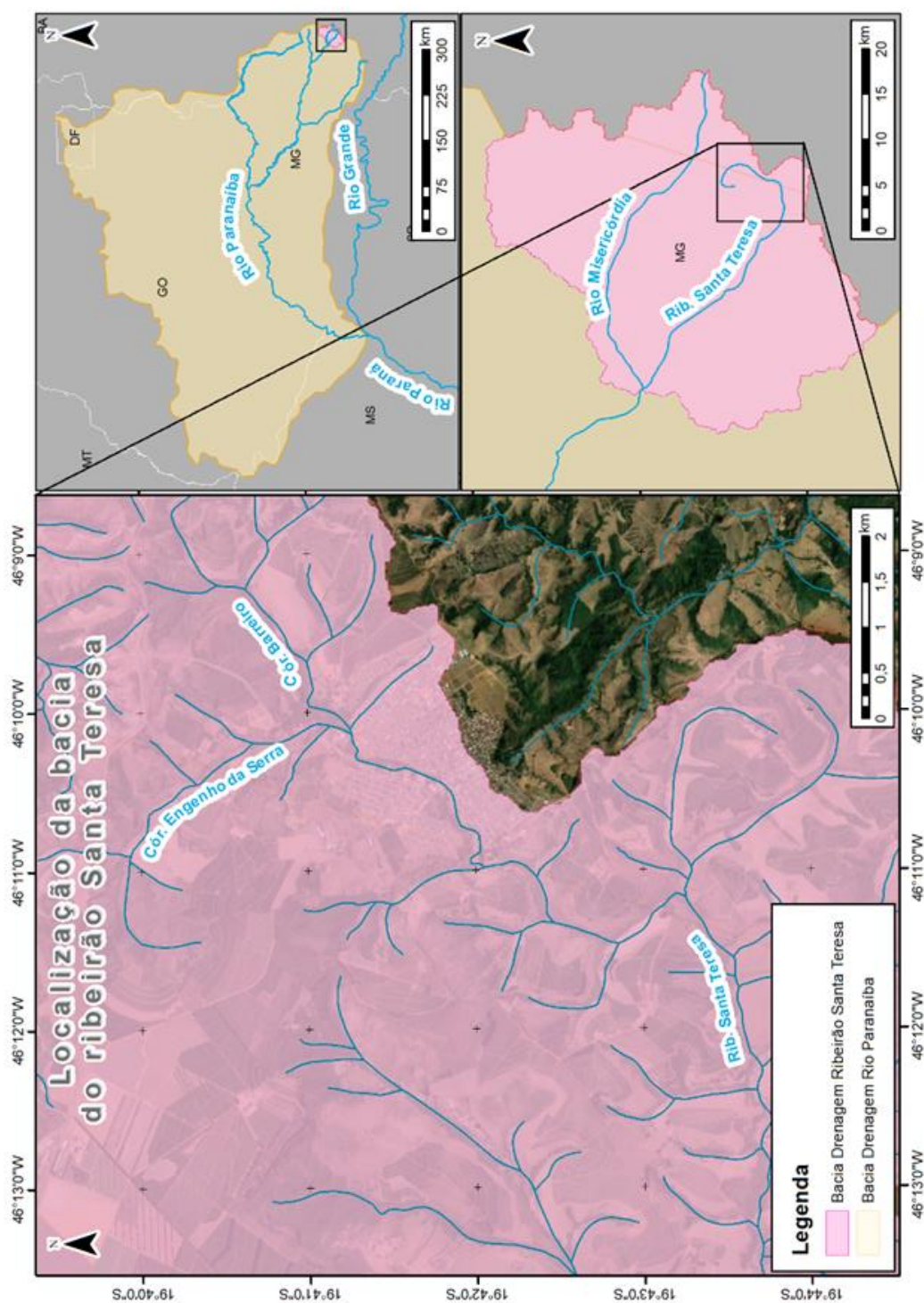
Conforme descrito em seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), anexo ao Edital, o município de Campos Altos conta com dois sistemas de abastecimento público de água, o primeiro abrangendo a região da sede, atualmente operado pela COPASA MG, e o segundo compreendendo o distrito de São Jerônimo dos Poções, sendo atualmente operado pela Prefeitura Municipal. As demais localidades do município não dispõem de sistema coletivo de abastecimento de água, sendo adotadas soluções individuais conforme descrito no PMSB (2022).

Para o abastecimento de cerca de 12.979 habitantes¹ na sede do município, são captadas as águas do córrego Engenho da Serra. Este curso de água é afluente do ribeirão Santa Teresa, integrante da bacia hidrográfica do rio Paranaíba, e da Unidade Estratégica de Gestão (UEG) Afluentes do rio Paranaíba. O rio Paranaíba tem sua nascente situada na Serra da Mata Corda, em Minas Gerais, em uma altitude de cerca de 1.100 m. Percorre aproximadamente 250 km até se tornar limítrofe entre os estados de Minas Gerais e Goiás (CBH Paranaíba, 2023). De

¹ Considerando que a população de Campos Altos divulgada no Censo do IBGE de 2010 foi de 14.206 habitantes e que a população divulgada no Censo do IBGE de 2022 foi de 12.979 habitantes, infere-se que há uma tendência de queda, o que é corroborado pela taxa de crescimento geométrica negativa, de -0,75, apresentada no mesmo documento. Visando o atendimento à população em eventuais acréscimos sazonais, considerou-se a população constante ao longo do período da concessão.

acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba, o enquadramento dos corpos de água da bacia está em elaboração. Conforme a Resolução CONAMA 357/2005 e a Resolução CNRH 91/2008, os cursos de água da bacia podem ser enquadrados como Classe 2, águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca. Após a confluência com o rio Grande, o rio Paranaíba passa a ser denominado rio Paraná, conforme indicado na Figura 1.

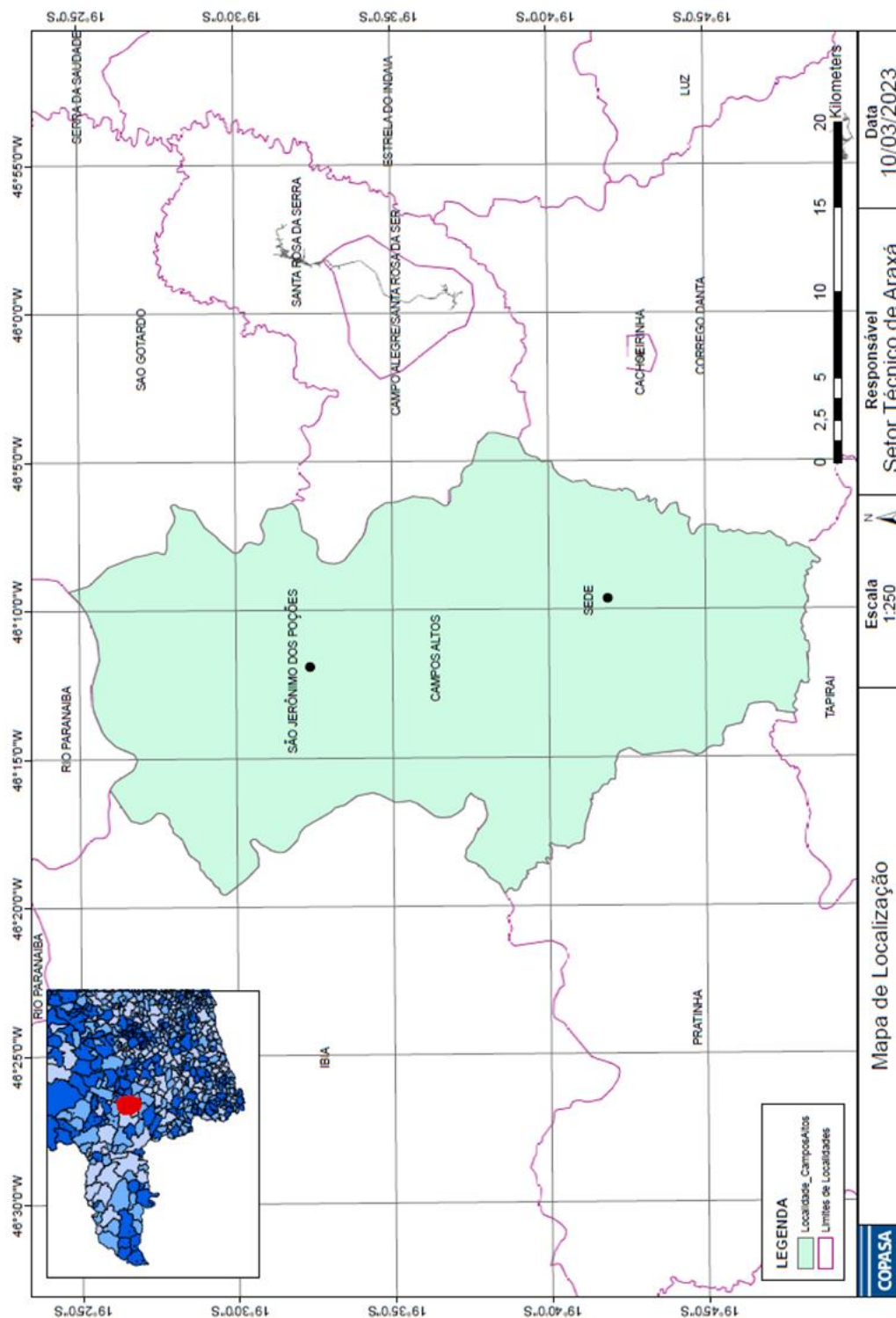
Figura 1 – Localização dos pontos de interesse do sistema de abastecimento da sede do município de Campos Altos



Fonte: COPASA MG, 2023

A microrregião na qual o município de Campos Altos está inserido é ilustrada na Figura 2 .

Figura 2 – Mapa de localização



Fonte: COPASA MG, 2023

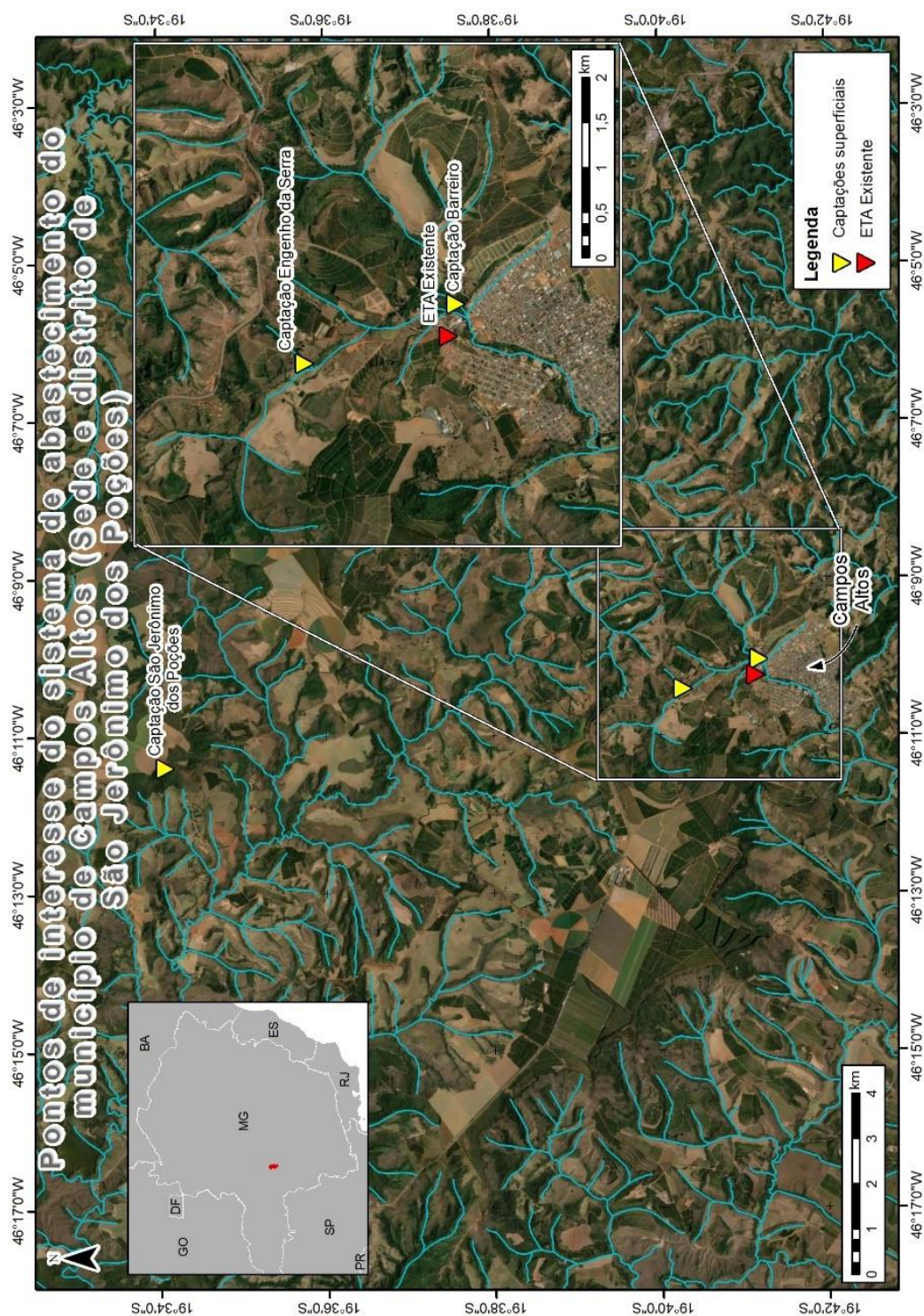
Para o abastecimento da sede do município, é realizada a captação das águas do córrego Engenho da Serra, afluente do ribeirão Santa Teresa, integrante da bacia hidrográfica do rio Paranaíba. De acordo com o PMSB (2022), o sistema possui capacidade de projeto igual a 57 L/s, porém, a vazão captada atualmente é inferior à projetada, sendo de aproximadamente 46 L/s durante um período de operação de 16 horas diárias. A captação situa-se a 19°40'16,78"S de latitude e a 46°10'24,74"O de longitude.

Com o objetivo de complementar a vazão demandada e aumentar a segurança hídrica do sistema, propõe-se uma captação adicional no córrego do Barreiro, também afluente do ribeirão Santa Teresa, cujas coordenadas geográficas são 19°41'12.91"S de latitude e 46°10'3.68"O de longitude.

O distrito de São Jerônimo dos Poções tem população atual estimada de 112 habitantes, que são abastecidos por meio de captação em nascente, localizada em propriedade particular.

A Figura 3 apresenta a localização dos pontos de captação atuais e projetados para abastecimento da sede do município e do distrito de São Jerônimo dos Poções.

Figura 3 - Localização dos pontos de interesse do sistema de abastecimento do município de Campos Altos (sede e distrito de São Jerônimo dos Poções)

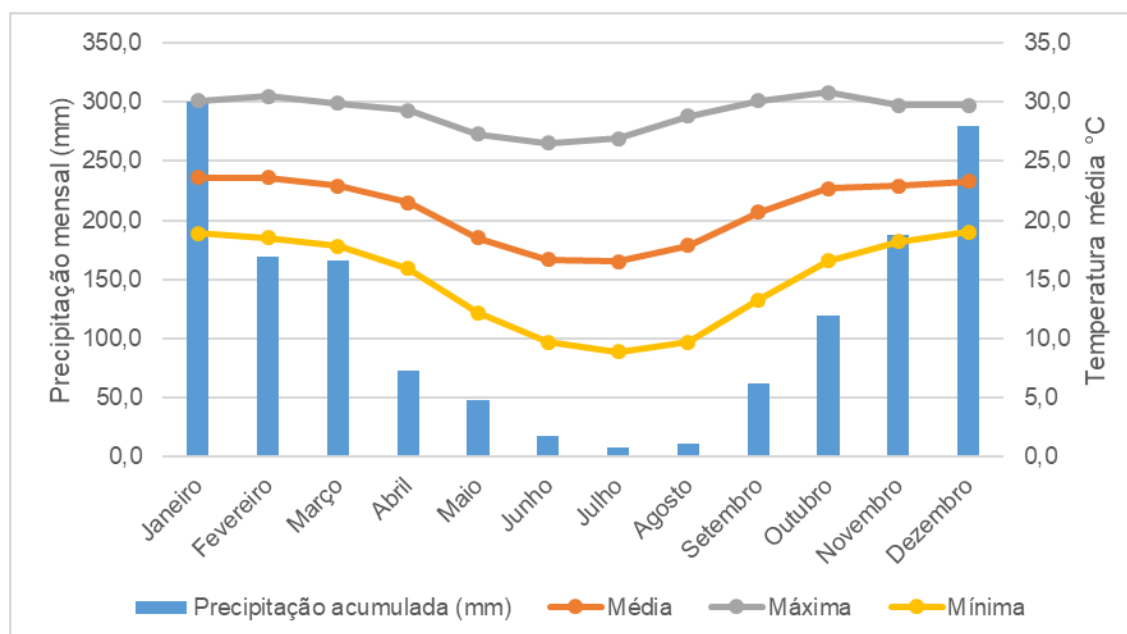


2) Avaliação dos aspectos ambientais relacionados ao(s) Manancial(is) a ser(em) explorado(s)

O município de Campos Altos localiza-se na Região de Planejamento do Alto Paranaíba; Divisão Regional: Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, na Microrregião Geográfica de Araxá. Este município está inserido na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Araguari/Rio Paranaíba – PN2, representando 85% do território, e na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos Alto Rio São Francisco – SF1 (15% do território).

O clima da região onde o município está inserido é do tipo Cwa, temperado úmido, com inverno seco e verões quentes, segundo a classificação de Köppen (MARTINS *et al.*, 2018). A partir da Normais Climatológicas (1991-2020) da estação do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) localizada em Bambuí (município a 51 km de Campos Altos), foram obtidos os dados de temperatura média mensal e precipitação acumulada. No gráfico da Figura 4, é possível observar que existe uma variabilidade anual da temperatura na região, cuja média é de 20,9°C, com mínima de 14,9°C e máxima de 29,1°C. A precipitação acumulada anual é de 1.443 mm com a máxima de 300 mm no período de verão, sendo janeiro o mês mais chuvoso; e a mínima de 8,4 mm no inverno, com julho representando o mês mais seco.

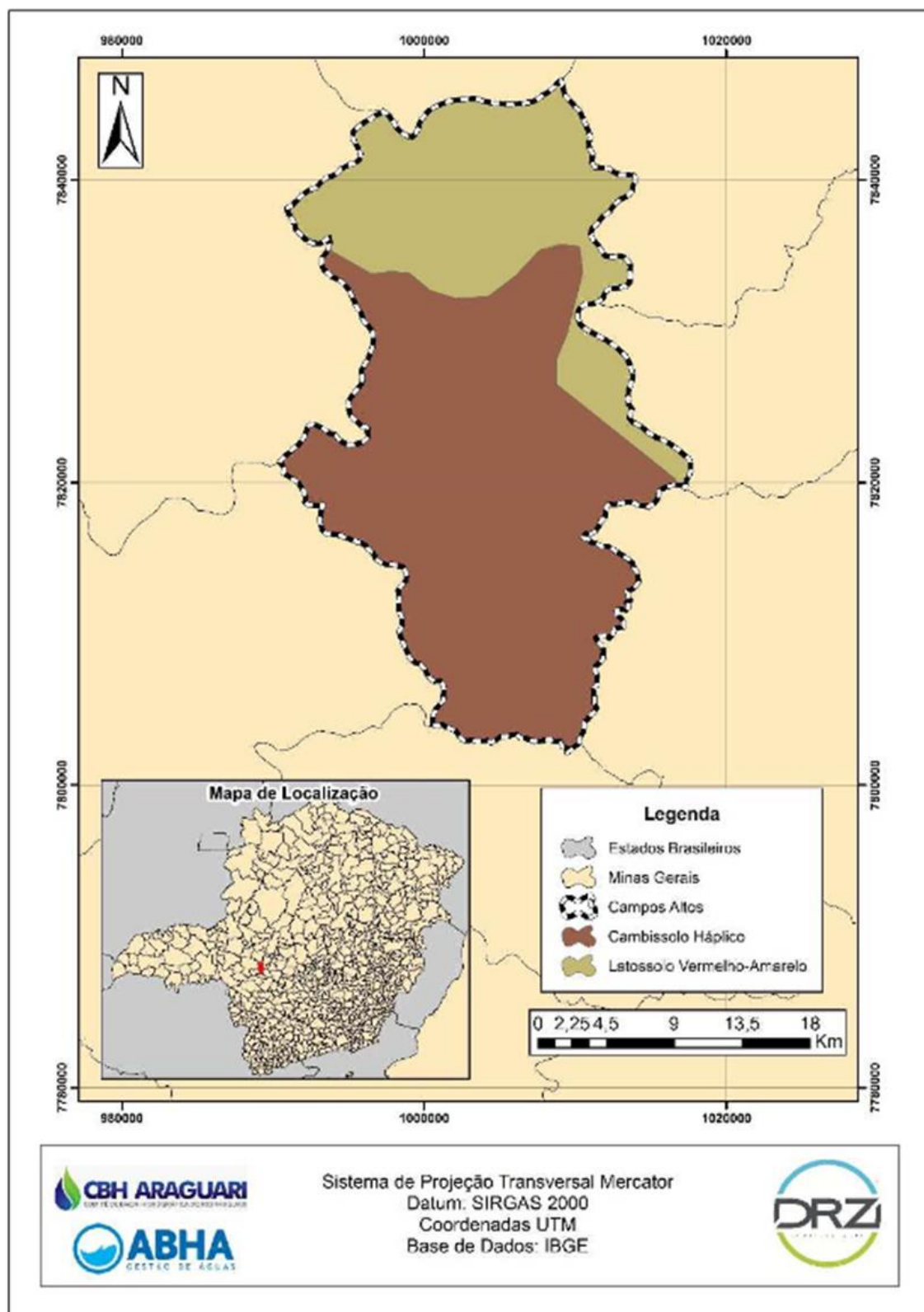
Figura 4 – Temperatura média mensal e precipitação segundo dados do INMET 1991-2020



Fonte: INMET, 2022.

Segundo o PMSB (2014), as classes de solo que ocorrem no município são: os Cambissolo Háplico e Latossolo Vermelho-Amarelo, conforme mostrado na Figura 5. Os Cambissolos são solos embriônicos, novos, com horizonte B apresentando ainda material de origem, em tamanhos de grânulos, considerado um solo de transição, pois é encontrado em diversos lugares com condições climáticas, de relevo e vegetação diferentes (PMSB, 2014). Já os Latossolos Vermelho-Amarelo ocorrem na maior parte do território brasileiro, associados a relevos desde planos a ondulados. São solos profundos, com pouca fertilidade natural e boa drenagem sendo muito utilizados na agropecuária (ALMEIDA; SANTOS; ZARONI, 2021).

Figura 5 – Classes de solo encontradas no município de Campos Altos – MG

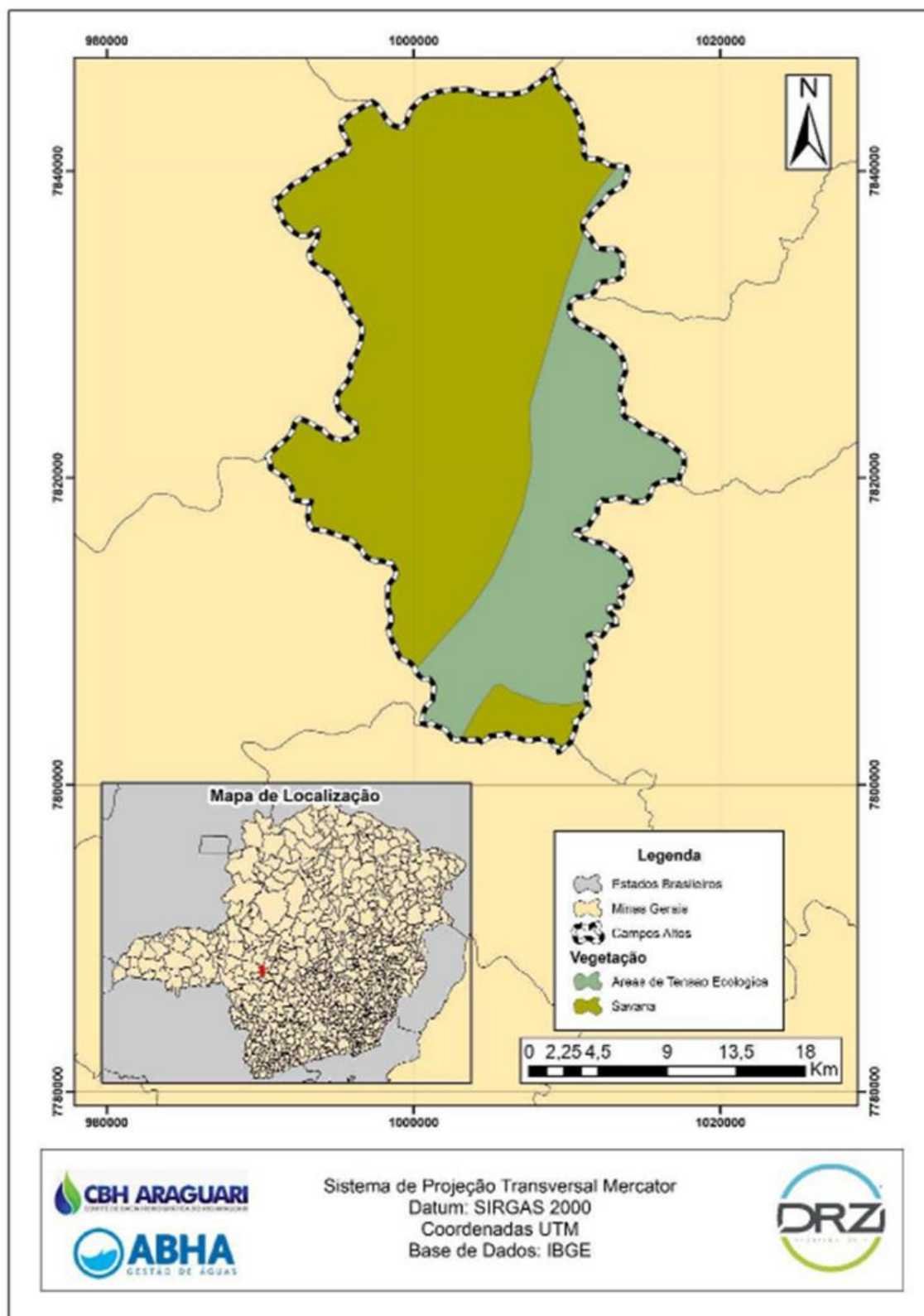


Fonte: PMSB – Campos Altos (2014).

O território de Campos Altos está inserido no bioma Cerrado, encontrando-se na região as formações campestres, as formações savânicas e as formações florestais – como as matas ciliares encontradas em fundo de vale ao longo dos corpos hídricos – o que resulta em Áreas de Tensão Ecológica (contato entre tipos de vegetação diferentes, ocorrendo uma mistura florística ou uma transição edáfica) (PMSB, 2014), conforme ilustrado na Figura 6.

Segundo Motta, Baruqui e Santos (2004), a formação florestal semidecidual (ou subcaducifolia) é a mais frequentemente encontrada, contendo exemplares de espécies arbóreas como Ipês, Gonçalo-Alves, Cedros entre outras. Entre as formações campestres, ocorre o campo cerrado, representado por estrato arbóreo ralo e estrato arbustivo e graminoso-herbáceo denso. Além do campo cerrado, nos topos de morros, também são encontrados os campos limpos, que se diferenciam por apresentar o estrato arbustivo esparsos (MOTTA; BARUQUI; SANTOS, 2004).

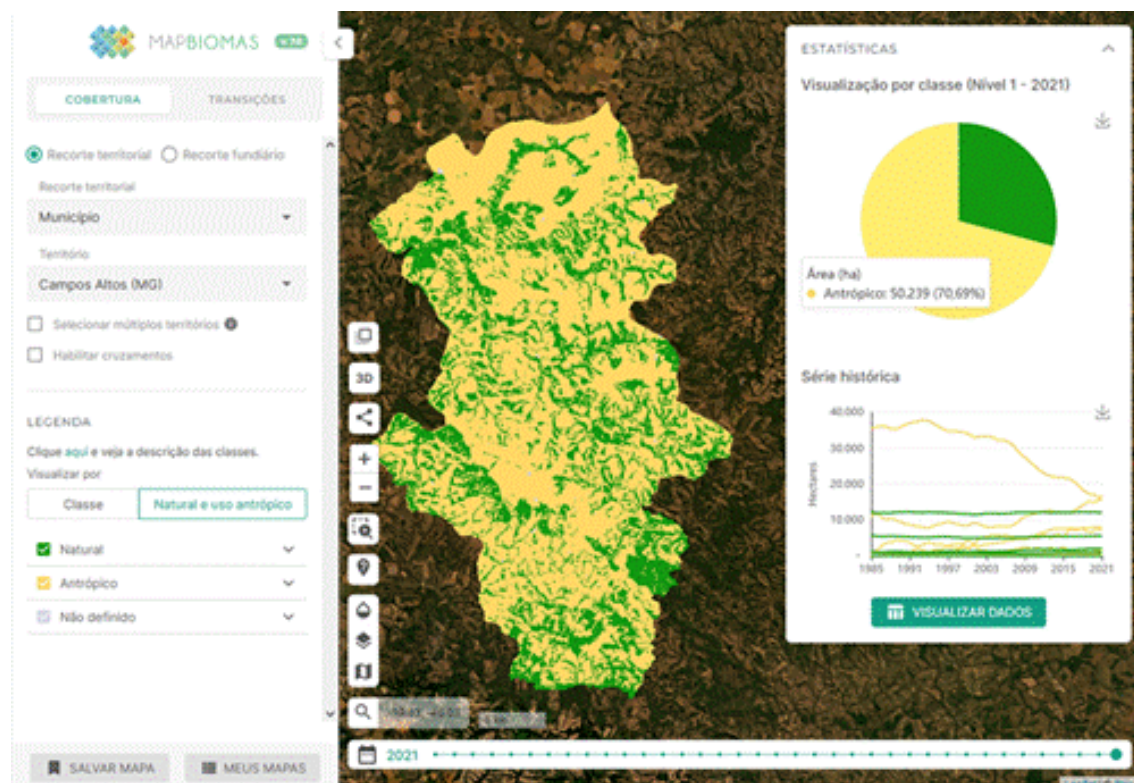
Figura 6 – Classificação da vegetação no município de Campos Altos – MG



Fonte: PMSB – Campos Altos (2014).

O histórico de ocupação da região levou a substituição da maior parte da vegetação nativa por áreas de pastagem e culturas agrícolas. Na Figura 7 extraída do MapBiomias (Projeto MapBiomias, 2022), é possível observar que o mapa de uso e ocupação do solo para o ano de 2021 apresentou aproximadamente 70% da área do município na classe de ocupação antropizada.

Figura 7- Mapa de uso e cobertura do solo do município de Campos Altos – MG



Fonte: Projeto MapBiomias, 2022.

A vegetação é um dos principais componentes para a manutenção e conservação da qualidade das águas, pois ela é capaz de impedir o carreamento de fertilizantes, agrotóxicos e sedimentos que vão provocar a poluição e o assoreamento dos corpos d'água. Além disso, essas matas possibilitam a infiltração da água e, consequentemente, a recarga dos aquíferos.

Portanto, é interessante que a vegetação das áreas de preservação permanente (APPs) que ocorrem ao longo dos corpos hídricos – inseridos na microbacia de captação de água para abastecimento do município – estejam sob diretrizes de uso e ocupação do solo dentro de padrões aceitáveis no quesito ambiental. Além disso, é necessário fomentar projetos para a proteção e recuperação ambiental

das APPs que se encontrem sob risco ou já estejam em processo de degradação. Nesse sentido, a COPASA MG iniciou em 2019 o Programa Pró-Mananciais no município de Campos Altos e promoveu, até o 1º trimestre de 2023, 12.331 metros de cerca e a implantação de 36 bacias de contenção de água de chuva na microbacia do córrego Engenho da Serra, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Detalhes de cercamentos de APPs realizados em propriedades rurais no município de Campos Altos/MG



Fonte: COPASA MG, 2023

Este Programa foi concebido com o objetivo de recuperar e preservar as bacias hidrográficas e áreas de recarga de mananciais superficiais e subterrâneos onde a COPASA MG capta água para o abastecimento público, para garantir a segurança no abastecimento da população atendida.

Para o desenvolvimento do Programa é imprescindível a participação do poder municipal e a formação de um Coletivo Local de Meio Ambiente – Colmeia,

formado por entidades diversas e normalmente coordenado pelas prefeituras municipais. O Colmeia então é o responsável por todas as etapas de desenvolvimento do Programa no município, desde a mobilização da comunidade, o diagnóstico da microbacia hidrográfica de captação, o planejamento e o acompanhamento das ações que serão executadas pela concessionária e parceiros.

O Pró-Mananciais faz parte da Agenda ESG da COPASA MG e tem aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, os quais são:

- ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável: dentre os objetivos do Pró-Mananciais há o fomento para desenvolver sistemas produtivos rurais sustentáveis, visando diminuir a pressão exercida pela atividade agropecuária nos cursos d'água seja pelo consumo ou emissão de fertilizantes e agrotóxicos.
- ODS 6 – Água Potável e Saneamento – Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos: o objetivo central do Programa é minimizar o risco de desabastecimento da população atendida e garantir qualidade da água fornecida para a população. Dentre as ações desenvolvidas pelos Colmeias tem-se a elaboração de diagnóstico identificando pontos de alerta e necessidade de intervenção na microbacia de captação, após essa etapa é então elaborado um plano de ação para atuar nos problemas identificados.
- ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima: uma das principais ações do programa, a restauração florestal de APPs, é um dos pilares no combate a mudança global do clima.
- ODS 15 – Vida Terrestre: a recuperação das APPs – que servem como corredores ecológicos na natureza – é capaz de promover um aumento no fluxo de fauna e flora resultando no aumento da biodiversidade local.
- ODS 17 – Parceria e Meios e Implementação: a realização do Pró-Mananciais nos municípios se dá por meio das parcerias entre os diversos atores que atuam naquela região. Contribuindo para o alcance

dos objetivos de desenvolvimento sustentável.

Utilizando-se de uma metodologia participativa e seguindo uma lista de ações ambientais, o Programa é conduzido pelo Colmeia e será desenhado conforme as especificidades do município.

As ações ambientais praticadas atualmente pela COPASA MG, e que estão passíveis de serem realizadas a partir dos recursos tarifários assegurados pelo Programa são as seguintes:

- a) Cercamento de APPs, protegendo as nascentes e matas ciliares;
- b) Plantio de mudas nativas, promovendo a revegetação de APP;
- c) Construção de bacias de contenção de água de chuva (ou barraginhas), potencializando recarga hídrica e reduzindo aporte de sedimentos aos mananciais;
- d) Adequação de estradas rurais, reduzindo processos erosivos e aporte de sedimentos aos mananciais;
- e) Implantação de terraceamentos em curvas de nível, reduzindo processos erosivos e aumentando recarga hídrica;
- f) Realização de ações de educação ambiental em escolas da rede pública – Chuá Socioambiental – e na comunidade;
- g) Instalação de cisternas de captação de água de chuva em escolas;
- h) Capacitação com implantação de unidades demonstrativas de Sistemas Agroflorestais – SAF, promovendo a produção agrícola sustentável e serviços ecossistêmicos;
- i) Outras capacitações e oficinas ambientais de preservação de solo e água também podem ser realizadas como a construção de tanque de evapotranspiração (Tevap) – para tratamento de efluentes domésticos; criação de abelhas polinizadoras sem ferrão; etc;
- j) Compra e instalação de bebedouros para gado, reduzindo o impacto em APPs e mananciais;
- k) Convênios com prefeituras para realização de serviços de adequação de estradas rurais da bacia, nos quais as prefeituras disponibilizam as máquinas e os operadores, e a COPASA MG

realiza a compra de óleo diesel para abastecer as máquinas, reduzindo assim o custo das ações;

- l) Convênio com a Emater, que adiciona caráter técnico e difuso de planejamento rural adequado, realizando cadastro de imóveis rurais e capacitações – realização de serviços ambientais com máquinas de prefeituras e agroecologia, tendo em vista a larga experiência da instituição e sua capilaridade no território;
- m) Convênios para construção e manutenção de viveiros de mudas nativas.

As ações elencadas no Programa PRO-Mananciais podem sofrer alteração ao longo do período de concessão, conforme diretrizes acordadas com a Agência Reguladora.

Na Figura 9 e Figura 10 estão as logomarcas que representam a Mandala ODS COPASA MG e Programa Chuá.

Figura 9 – Logomarca da Agenda ODS



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 10 – Logomarca Programa Chuá



Fonte: COPASA MG, 2023

Na sede do município de Campos Altos, as ações ambientais serão realizadas nas microbacias à montante das captações propostas: córrego Engenho da Serra e córrego Barreiro, bem como no distrito de São Jerônimo dos Poções.

Outro aspecto importante que determina não só a quantidade, mas também a qualidade de água nos corpos hídricos é a vazão de referência (ou vazão ecológica), que é utilizada para estimar a disponibilidade hídrica e embasar a análise do órgão gestor para a emissão de outorgas para os mais variados usos em determinada bacia hidrográfica.

Nesse sentido, a vazão ecológica contribuirá para manter um balanço entre a utilização da água e a manutenção de suas características hidrológicas, biogeoquímicas, morfológicas e ecológicas. Ou seja, essa vazão mínima mantida no corpo hídrico deverá ser capaz de suportar o ecossistema aquático natural (BENETTI; LANNA; COBALCHINI, 2003).

Caso ocorra uma retirada maior de água do corpo hídrico podem ocorrer alterações nas correntes que são responsáveis por transportar nutrientes e remover dejetos. Isso poderá afetar espécies da flora e fauna que já estão adaptadas a determinados micro habitats (BENETTI; LANNA; COBALCHINI, 2003).

Outro fator que pode ser afetado é o substrato, que influenciará por exemplo na seleção de locais para reprodução e desova de peixes. Além disso, mudanças na temperatura da água e solubilidade de oxigênio afetarão as atividades metabólicas dos organismos. Nesse sentido, a presença das matas ciliares é capaz de diminuir

a temperatura do corpo hídrico no verão evitando assim a morte da biota aquática (BENETTI; LANNA; COBALCHINI, 2003).

Em Minas Gerais, segundo a Lei Estadual nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016 (MINAS GERAIS, 2016), a operacionalização da outorga de uso dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio estadual é de competência do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Por meio de Ato Autorizativo é facultado ao outorgado o direito de uso de recursos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo Ato. Dessa maneira, todos os pontos de captação de água devem possuir uma autorização para a utilização de recursos hídricos, sejam estes superficiais ou subterrâneos.

Em Campos Altos, a COPASA MG possui o direito de uso das águas da captação existente no córrego Engenho da Serra sob o nº 2101415/2023, com prazo de 35 anos.

As demais captações que estão sendo propostas terão sua regularização ambiental via IGAM providenciadas conforme legislação.

As microbacias hidrográficas para captação apresentadas no presente trabalho estão localizadas somente na bacia hidrográfica do rio Araguari – PN2 cuja gestão é realizada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (CBH) – PN2. A Figura 11 apresenta a situação da gestão.

Figura 11 – Panorama da gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari

Instrumentos de Gestão	Status
Plano de Recursos Hídricos	Concluído
Enquadramento de Corpos de Água em Classes, segundo os usos preponderantes	A ser elaborado
Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	Implementada
Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos	Implementada
Sistema de Informações em Recursos Hídricos	Em implementação

Fonte: IGAM / Comitê de Bacia PN2.

3) Descrição de parâmetros qualitativos da água bruta

i. Sede

O Sistema de Abastecimento de Água da sede de Campo Altos é operado pela COPASA MG desde 1987. O sistema possui uma captação superficial no Córrego Engenho da Serra e está prevista uma futura captação no Ribeirão Barreiro. A Figura 12 apresenta o mapa de localização dessas captações.

Figura 12 – Localização das captações do ribeirão Barreiro e Engenho da Serra em Campos Altos/MG

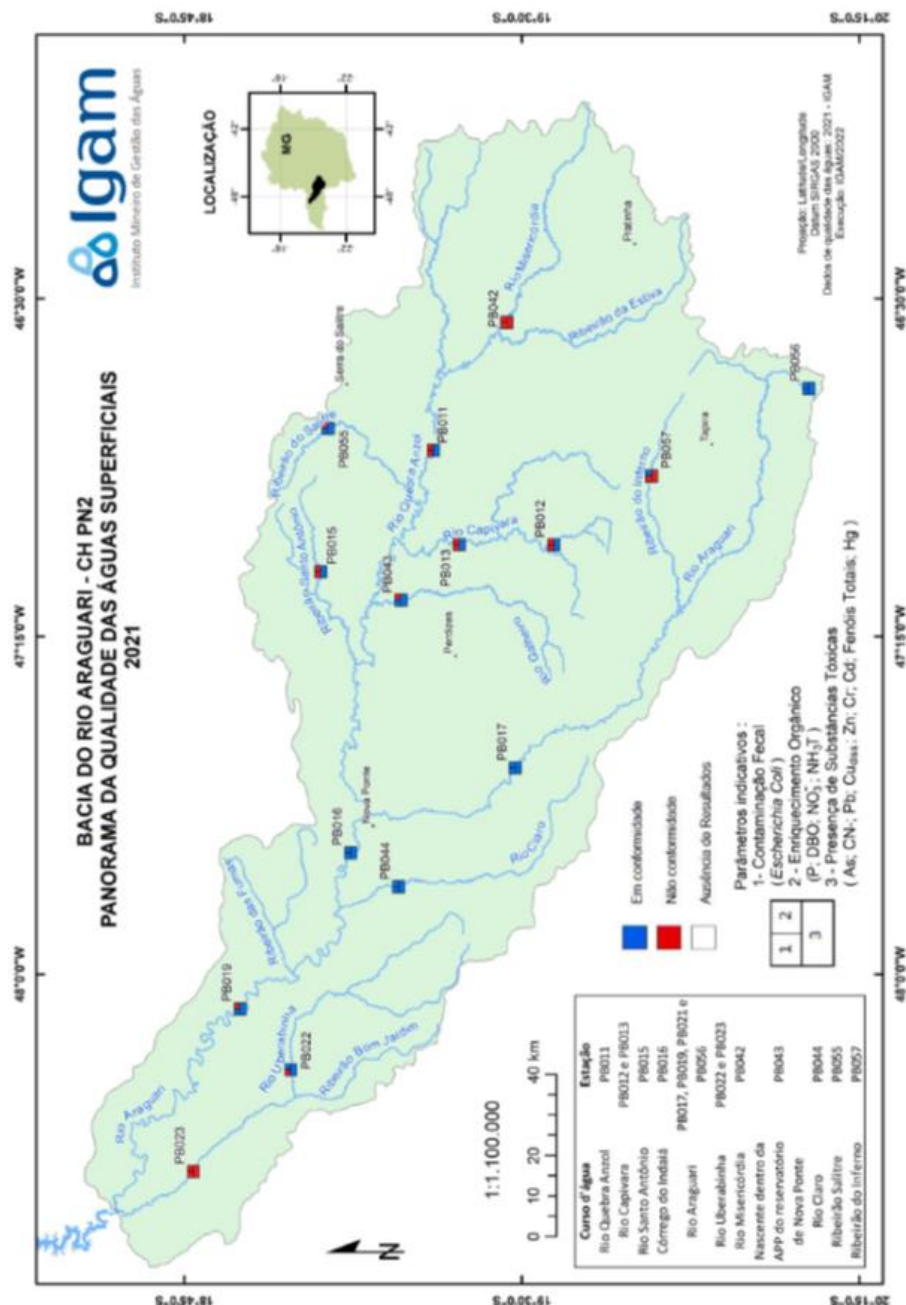


Fonte: COPASA MG, 2023

Os corpos d'água de Campos Altos pertencem a Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari

(PN2). A Figura 13 representa o mapa do Panorama da Qualidade das Águas Superficiais em 2021 - Bacia Araguari – CH PN2.

Figura 13 - Bacia do rio Araguari – CH PN2 - Panorama da Qualidade das águas superficiais em 2021



Fonte: IGAM.

O IGAM não tem ponto de monitoramento no município de Campos Altos.

De acordo com a Agência Nacional de Águas – ANA, a UGRH PN2 – Rio

Araguari ainda está em processo de enquadramento. Desta forma, a Deliberação Normativa (DN) COPAM/CERH-MG Nº 8, de 21 de novembro de 2022, no seu Art. 37 define que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2:

Art.37 – Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação de classe mais rigorosa correspondente.

A COPASA MG monitora sistematicamente a qualidade da água do manancial, com a realização de análises físico-químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas, como forma de detectar possíveis agressões ao longo de sua bacia de contribuição. Em caso de não conformidade nos resultados das análises, ou o aparecimento de qualquer indício ou fatos que possam comprometer a qualidade da água do manancial, os técnicos da COPASA MG, de imediato, tomam as providências necessárias para a sua solução, quase sempre em parceria com os ocupantes da bacia.

Os mananciais são monitorados conforme preconizado pela Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, que estabelece procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e padrão de potabilidade.

A referida Portaria explicita que compete ao responsável pelo sistema – ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano – monitorar a qualidade da água no ponto de captação semestralmente para análise, de acordo com os parâmetros exigidos nas legislações específicas, com a finalidade de avaliação de risco à saúde humana.

No tocante às legislações específicas que dispõem sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, segundo seus usos preponderantes, verifica-se:

- No âmbito federal: Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005;

- No âmbito estadual: Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 8, de 21 de novembro de 2022.

Na análise dos resultados do monitoramento da qualidade das águas, os dados são comparados aos limites estabelecidos pelo enquadramento do corpo d'água no local da coleta da amostra. No entanto, conforme observado anteriormente, devido ao não enquadramento da UGRH – PN2, as suas águas serão consideradas na classe 2 e podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.

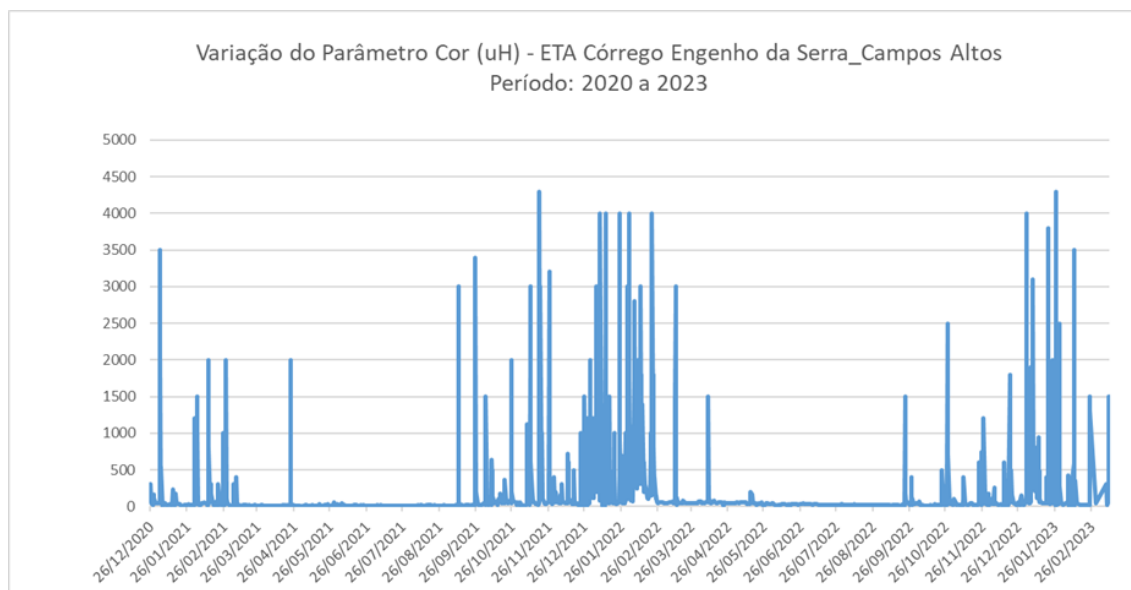
O controle de qualidade de água começa com o monitoramento da água do manancial utilizado para o abastecimento público, cujas análises servem de subsídio para a definição da melhor forma de tratamento.

A seguir, será apresentada uma compilação de alguns parâmetros relevantes, analisados na água bruta dos mananciais utilizados para abastecimento público no município de Campos Altos, que norteiam a operação da Estação de Tratamento de Água.

Os gráficos das Figuras 14 a 16 apresentam a variação das medições diárias dos parâmetros Cor, Turbidez e pH na água bruta, captada no manancial superficial no Córrego do Engenho da Serra.

O gráfico da Figura 14 apresenta a variação das medições diárias do parâmetro cor na água bruta da captação do sistema produtor da ETA Córrego do Engenho da Serra – Campos Altos/MG no período de 2020 a 2023.

Figura 14 - Variação do parâmetro cor no Sistema Produtor ETA córrego do Engenho da Serra no período 2020/2023, no município de Campos Altos

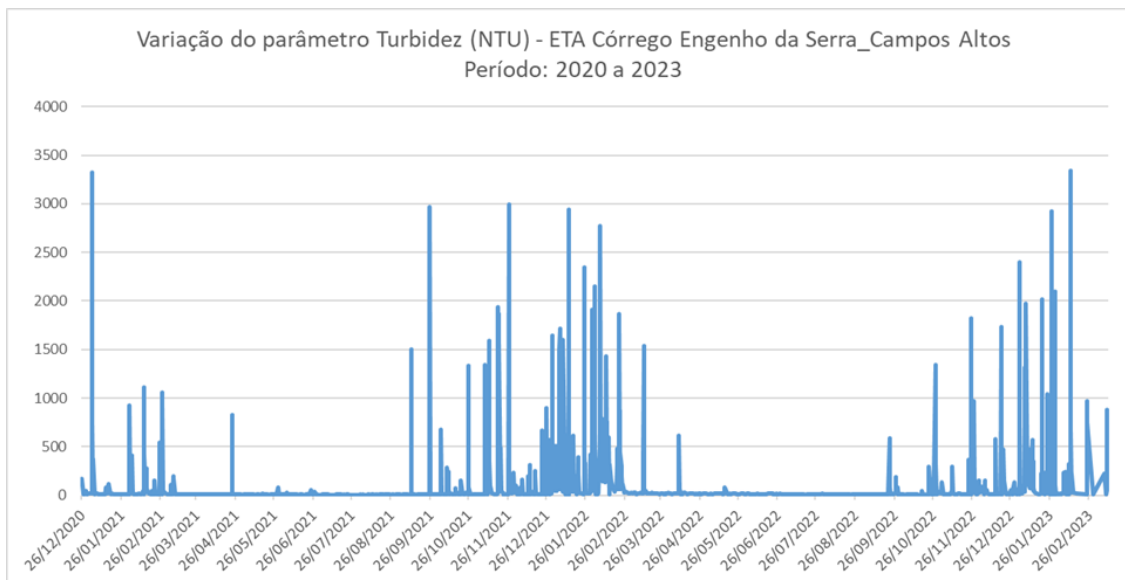


Fonte: COPASA MG, 2023

Os valores encontrados de cor na Captação córrego Engenho da Serra apresentaram padrão sazonal, onde os maiores valores ocorreram durante o período chuvoso, os meses que caracterizam principalmente, o verão.

O gráfico da Figura 15 apresenta a variação das medições diárias do parâmetro turbidez na água bruta da captação do sistema produtor de Córrego do Engenho da Serra em Campos Altos/MG no período de 2020 a 2023.

Figura 15 – Variação do parâmetro turbidez no córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG no período 2020/2023

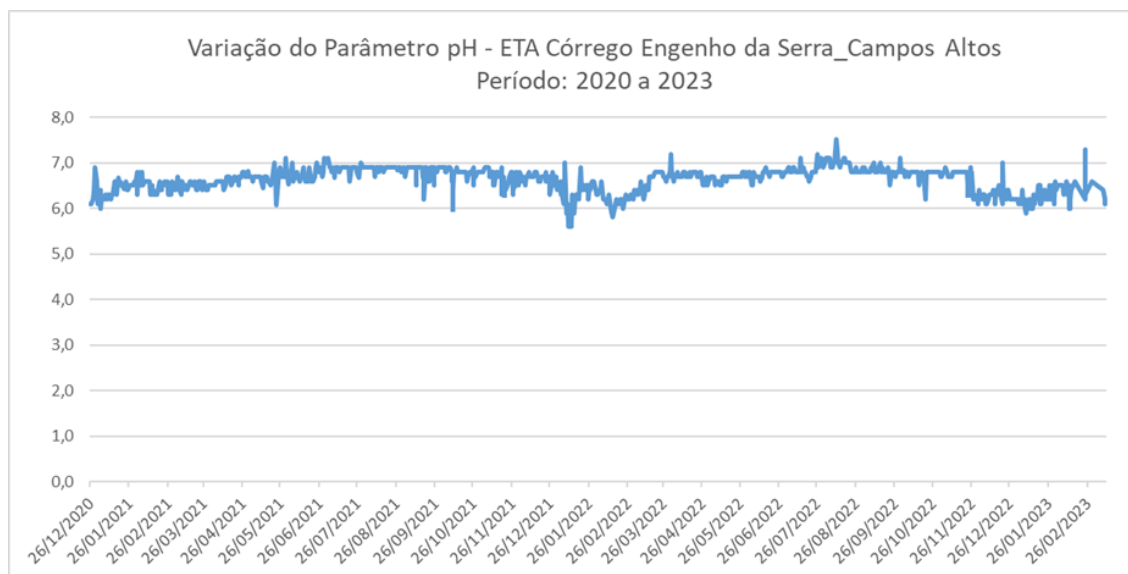


Fonte: COPASA MG, 2023

Os valores encontrados de turbidez na Captação Córrego Engenho da Serra apresentaram padrão sazonal, onde os maiores valores ocorreram durante o período chuvoso, os meses que caracterizam principalmente, o verão.

O gráfico da Figura 16 apresenta a variação das medições diárias do parâmetro pH na água bruta da captação do sistema produtor de córrego do Engenho da Serra no período de 2020 a 2023.

Figura 16 – Variação do parâmetro pH no córrego do Engenho da Serra em Campos Altos/MG no período de 2020/2023



Fonte: COPASA MG, 2023

Os valores encontrados de pH nas amostras de água bruta na Captação Córrego Engenho da Serra foram relativamente homogêneos.

Foram analisadas cerca de 1.157 amostras diárias, entre os anos de 2020 e 2023, sendo que:

- Em relação ao parâmetro Cor, 29,39% das análises apresentaram valores acima do padrão definido para águas classe 02 (dois) que é de 75 mg Pt/L.
- Em relação ao parâmetro Turbidez, 21,28% das análises ultrapassaram o valor preconizado de 100 UNT.
- Em relação ao parâmetro pH, apenas 0,78% das análises obteve resultados fora da faixa preconizada pela legislação, ou seja, entre 6 e 9.

Os parâmetros acima mencionados são imprescindíveis na definição das técnicas de tratamento a serem adotadas e dosagem de produtos químicos nas estações de tratamento. A qualidade da água bruta varia ao longo do ano (sazonalidade), razão pela qual a mesma deve ser monitorada diariamente.

As variações destes parâmetros na água bruta são esperadas em função do

histórico do manancial, bem como por conta a sazonalidade, assim, a estação de tratamento é projetada para operar conforme as características e especificidades de seu manancial de captação e de forma a garantir o pleno atendimento aos padrões de potabilidade exigidos para água tratada.

Além dos parâmetros acima avaliados, apresenta-se os resultados dos parâmetros mais relevantes ao controle da operação da ETA de Campos Altos. Os resultados apresentam um universo de amostras coletadas durante os anos de 2020 a 2023 para os Parâmetros pH, Cor, Turbidez e bacteriológicos (Coliformes fecais expressos como *Escherichia coli*), DBO₅, Oxigênio Dissolvido (OD) e Cianobactérias, por serem esses os parâmetros elegíveis na avaliação imediata para a definição de mananciais para fins de captação e tratamento, conforme Resolução CONAMA Nº 357, de 18 de março de 2005. Além disso, podem ser observados outros resultados, como metais e série nitrogenada. Para melhor compreensão e análise dos dados relativos à qualidade de água do manancial, seguem as séries em forma de tabelas, que contêm os valores resultantes, o que permite avaliar a conformidade dos mesmos observando-se as sazonalidades. Para cada parâmetro foram adotados os limites de classe 2 para o córrego Engenho da Serra e o ribeirão Barreiro.

A Tabela 1, apresenta os resultados do parâmetro de *E. coli*, monitorado no córrego Engenho da Serra ao longo dos anos 2020, 2021 e 2022. Conforme pode ser observado, os resultados do parâmetro *E. coli* na água bruta (*in natura*) da captação Engenho da Serra, indicam que esse manancial não sofre influência de contaminação com matéria fecal, apresentando níveis satisfatórios na qualidade de água e respeitando o limite legal, demonstrando a segurança operacional deste manancial em termos qualitativos para fins de captação, tratamento e distribuição da água após tratamento convencional.

Tabela 1 – Variação do parâmetro *E. coli* no córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG no período 2020/2022

Município: Campos Altos /MG Manancial: Córrego Engenho da Serra – Classe 2	
	Parâmetro
Mês/Ano	<i>E. Coli</i> (NPM/100 ml)
V.M.P.	1.000
11/05/2020	181,0
10/11/2020	922,0
11/05/2021	163,0
16/11/2021	821,0
10/05/2022	96,0
22/11/2022	111,0
19/01/2022	84,0
15/02/2022	37,4
15/03/2022	172,6
12/04/2022	172,2
10/05/2022	95,9
21/06/2022	275,5
20/07/2022	290,9
09/08/2022	727,0
21/09/2022	325,5
13/10/2022	107,6
22/11/2022	111,2
13/12/2022	145,4

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada.

Fonte: COPASA MG, 2023

Na Tabela 2, serão apresentados os resultados do parâmetro de *E. coli*, monitorado no Ribeirão Barreiro ao longo dos anos 2020, 2021 e 2022. Conforme pode ser observado, embora seja registrada a ocorrência de alguns resultados para *E. coli* no ribeirão Barreiro, a maioria dos resultados obtidos ao longo dos anos de 2020 a 2022 evidenciam que os valores se encontram em consonância com a legislação referenciada para corpos d'água Classe 2, demonstrando a segurança operacional deste manancial em termos qualitativos para fins de captação, tratamento e distribuição da água após tratamento convencional.

Tabela 2 – Variação do parâmetro E. coli no ribeirão Barreiro em Campos Altos/MG no período 2020/2022

Município: Campos Altos /MG		Manancial: Ribeirão Barreiro – Classe 2
	Parâmetro	
Mês/Ano	E. Coli	
	(NPM/100 ml)	
V.M.P.	1.000	
11/05/2020	651,0	
10/11/2020	2827,0	
11/05/2021	821,0	
16/11/2021	2599,0	
10/05/2022	770,0	
22/11/2022	115,0	
15/03/2022	>2419,6	
12/04/2022	146,7	
10/05/2022	770,1	
21/06/2022	>2419,6	
20/07/2022	146,6	
09/08/2022	613,1	
21/09/2022	115,3	
13/10/2022	>4839,2	
22/11/2022	114,6	
13/12/2022	332,8	

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada.

Fonte: COPASA MG, 2023

Na Tabela 3, serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados no córrego Engenho da Serra ao longo dos anos 2020, 2021 e 2022, demonstrando o monitoramento do córrego Engenho da Serra com o intuito de investigação de metais pesados na água. A maioria dos resultados apresentados estão abaixo do limite de detecção e respeitam o limite legal para corpos d'água Classe 2, indicando que a captação apresenta níveis satisfatórios na qualidade de água e que esse manancial não sofre influência de contaminação por metais pesados.

Tabela 3 – Variação dos parâmetros monitorados no córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG no período 2020/2022

Município: Campos Altos/MG		Manancial: Córrego Engenho da Serra – Classe 2					
Parâmetro	V.M.P.	Data da coleta					
		09/11/2020	05/06/2021	15/06/2021	20/12/2021	19/01/2022	26/07/2022
Antimônio	0,005	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsênio	0,01	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Selênio	0,01	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Urânio	0,02	-	-	<0,0020	<0,0020	<0,002	<0,002
Mercurio	0,0002	<0,0001	-	<0,0001	<0,0002	0,00056	<0,0002
Bário	0,7	<0,20	<0,20	-	<0,20	<0,20	<0,20
Berílio	0,04	<0,02	<0,02	-	-	-	-
Cádmio	0,001	<0,002	-	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo	0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre	0,009	<0,006	-	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cobalto	0,05	<0,02	-	<0,02	-	-	-
Cromo	0,05	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel	0,025	-	-	-	<0,020	<0,020	<0,020
Sódio	-	-	-	-	<1,00	7,23	<1,00
Zinco	0,18	<0,10	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada.

Fonte: COPASA MG, 2023

Na Tabela 4 serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados no Córrego Engenho da Serra ao longo dos anos 2020, 2021 e 2022. Observa-se que a maioria dos resultados apresentados estão abaixo do limite detecção, indicando que a captação Engenho da Serra apresenta níveis satisfatórios na qualidade de água e atendem ao limite legal para praticamente todos os parâmetros analisados.

Tabela 4 – Variação dos parâmetros monitorados no córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG no período 2020/2022

Município: Campos Altos/MG		Manancial: Córrego Engenho da Serra – Classe 2						
Parâmetro	V.M.P.	Data da Coleta						
		11/05/2020	10/11/2020	11/05/2021	16/11/2021	27/04/2022	10/05/2022	22/11/2022
OD (mgO ₂ /l)	≥ 5,0	-	7,6	7,1	7,3	-	8,2	6,0
DBO ₅ (mg/l)	5	<2	<2	<2	<2	-	<2	12,0
Cianobactérias (cél/ml)	50.000	29,0	<1	<1	<1	-	<1	<1
Clorofila a	30	<0,59	<0,59	<0,59	-	-	-	-
pH	6,0-9,0	6,60	6,90	7,20	7,10	6,44	6,63	6,24
Cor (uC)	75	5,5	<5,0	5,9	11,0	-	18,0	<5
Turbidez (NTU)	100	6,4	14,00	3,90	9,70	-	7,30	6,6
Fósforo	0,1	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
Cloretos	250	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-	<3,0	-
Ferro Diss	0,3	0,12	<0,05	<0,05	0,12	-	0,35	0,13
Mn Total	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,07	<0,005

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada.

Fonte: COPASA MG, 2023

Na Tabela 5, serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados no córrego Engenho da Serra ao longo dos anos 2020, 2021 e 2022. Conforme demonstrado, todos os resultados apresentados estão abaixo do limite legal, indicando que a captação Engenho da Serra apresenta níveis satisfatórios na qualidade de água para todos os parâmetros analisados.

Tabela 5 – Variação dos parâmetros monitorados no córrego Engenho da Serra em Campos Altos/MG, no período 2020/2022

Município: Campos Altos/MG		Manancial: Córrego Engenho da Serra – Classe 2									
Parâmetro	V.M.P.	Data da Coleta									
		11/05/2020	10/11/2020	11/05/2021	16/11/2021	20/12/2021	19/01/2022	10/05/2022	29/06/2022	26/07/2022	22/11/2022
Alumínio total	-	-	-	-	-	<0,200	0,226	-	-	0,237	-
Alumínio Dis	0,1	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05
Boro	0,5	<0,20	-	-	<0,20	-	-	-	-	-	-
Nitrato	10	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	<1,0	-	<1,0
Nitrito	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	<0,01	-	-	<0,01
Nitrogênio amoniacal	3,7	<1,0	1,3	<1,0	<1,0	-	-	-	<1,0	-	<1,0
Fluoreto	1,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	-	-	<0,5	-	<0,5
ATA	0,5	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	-	-	<0,3	-	-	<0,3
Cianeto	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	-	-	<0,001
Fenóis	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	<0,002	-	-	<0,002
SDT	500	40,0	<25	<25	<25	-	-	<25	-	-	46,0
Lítio	2,5	<1,0	-	-	<1,0	-	-	-	-	-	-
Níquel	0,025	<0,02	-	-	<0,02	-	-	-	-	-	-
Prata	0,01	<0,01	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	-
Vanádio	0,1	<0,10	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	-
Sulfatos	250	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	<2,0	-	-	<2,0

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada.

Fonte: COPASA MG, 2023

Na Tabela 6, serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados no Ribeirão Barreiro dos anos 2020, 2021 e 2022, demonstrando o monitoramento do Ribeirão Barreiro com o intuito de investigação de metais pesados na água. A maioria dos resultados apresentados estão abaixo do limite detecção e respeitam o limite legal para corpos d'água Classe 2, indicando que a futura captação ribeirão Barreiro apresenta níveis satisfatórios na qualidade de água e que esse manancial não sofre influência de contaminação por metais pesados.

Tabela 6 – Variação dos parâmetros monitorados no ribeirão Barreiro em Campos Altos/MG no período 2020/2022

Município: Campos Altos /MG		Manancial: Ribeirão Barreiro – Classe 2					
Parâmetro	V.M.P.	Data coleta					
		09/11/2020	05/06/2021	15/06/2021	20/12/2021	19/01/2022	12/08/2022
Antimônio	0,005	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Arsênio	0,01	0,0028	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Selênio	0,01	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Urânio	0,02	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Mercúrio	0,0002	<0,00010	<0,00010	-	<0,0002	0,00056	<0,0002
Berílio	0,04	<0,02	-	<0,02	-	-	-
Bário	0,7	<0,20	-	<0,20	<0,20	<0,2000	<0,20
Cádmio	0,001	<0,002	-	<0,002	<0,001	<0,0011	<0,001
Chumbo	0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,010	<0,01
Cobalto	0,05	<0,02	-	<0,02	-	-	-
Cobre	0,009	<0,006	<0,006	-	<0,006	<0,006	<0,006
Cromo	0,05	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,020	<0,02
Níquel	0,025	<0,02	-	-	<0,02	<0,020	<0,02
Sódio	-	-	-	-	<1,0	7,23	<1,0
Zinco	0,18	<0,10	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada.

Fonte: COPASA MG, 2023

Na Tabela 7, serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados no ribeirão Barreiro ao longo dos anos 2020, 2021 e 2022.

Conforme pode ser observado, a maioria dos resultados apresentados atendem ao limite legal para corpos d'água classe 2, indicando que a futura captação no ribeirão Barreiro apresenta níveis satisfatórios na qualidade de água e atendem ao limite legal para a maioria dos parâmetros analisados.

Tabela 7 – Variação dos parâmetros monitorados no ribeirão Barreiro em Campos Altos/MG no período 2020/2022

Município: Campos Altos /MG		Manancial: Ribeirão Barreiro – Classe 2					
Parâmetro	V.M.P.	Data coleta					
		11/05/2020	10/11/2020	11/05/2021	16/11/2021	10/05/2022	22/11/2022
OD (mgO ₂ /l)	≥ 5,0	-	7,5	8,8	6,9	8,1	5,8
DBO ₅ (mg/l)	5	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Cianobactérias (cél/ml)	50.000	6,0	24,0	34,0	6,0	<1	<1
Clorofila a	30	0,59	<0,59	0,59	-	-	-
pH	6,0-9,0	7,4	6,9	7,6	7,14	7,26	7,09
Cor (uC)	75	9,8	9,0	13,0	22,0	22	14
Turbidez (NTU)	100	19	38,0	9,2	9,00	19	12
Fósforo	0,1	0,05	0,08	0,03	<0,02	0,04	0,04
Cloretos	250	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Ferro Dissolvido	0,3	0,53	0,68	0,10	0,27	0,51	0,34
Mn Total	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	<0,05

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada.

Fonte: COPASA MG, 2023

Na Tabela 8, serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados no ribeirão Barreiro dos anos 2020, 2021 e 2022. Pode ser observado que, a maioria dos resultados apresentados estão abaixo do limite detecção, indicando que a futura captação no ribeirão Barreiro apresenta níveis satisfatórios na qualidade de água e atendem ao limite legal para todos os parâmetros analisados.

Tabela 8 – Variação dos parâmetros monitorados no ribeirão Barreiro em Campos Altos/MG no período 2020/2022

		Município: Campos Altos /MG										Manancial: Ribeirão Barreiro – Classe 2				
Parâmetro	V.M.P.	Data coleta														
		11/05/2020	10/11/2020	11/05/2021	15/06/2021	16/11/2021	20/12/2021	19/01/2022	10/05/2022	29/06/2022	22/11/2022	12/08/2022				
Alumínio total	-						<0,200	0,226	-	-	-	-				
Alumínio Dissolvido	0,1	<0,05	0,18	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<0,20				
Boro	0,5	<0,20	-	-	<0,20	-	-	-	-	-	-	-				
Nitrato	10	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	-	-	-	<1,0	<1,0	-				
Nitrito	1	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	-	<0,01	-	<0,01	-				
Nitrogênio amoniacal	3,7	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	-	-	-	<1,0	<1,0	-				
Fluoreto	1,4	<0,5	<0,50	<0,50	-	<0,50	-	-	-	<0,5	<0,50	-				
ATA	0,5	<0,30	<0,30	<0,30	-	<0,30	-	-	<0,30	-	<0,30	-				
Cianeto	0,005	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	-	<0,001	-	<0,001	-				
Fenóis	-	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	-	-	<0,002	-	<0,002	-				
SDT	500	84,0	42,0	<25,0	-	<25	-	-	40,0	-	74,0	-				
Lítio	2,5	<1,0	-	-	<1,0	-	-	-	-	-	-	-				
Níquel	0,025	<0,02	-	-	<0,02	-	-	-	-	-	-	-				
Prata	0,01	<0,01	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	-	-				
Vanádio	0,1	<0,10	-	-	<0,10	-	-	-	-	-	-	-				
Sulfatos	250	<2,0	<2,0	2,6	-	<2,0	-	-	<2,0	-	<2,0	-				

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada.

Fonte: COPASA MG, 2023

Para que uma estação de tratamento seja implementada de forma correta e tenha

um bom desempenho, devem ser adotadas boas práticas e cuidados que dizem respeito aos processos de tratamento utilizados e à legislação ambiental vigente. Somente deste modo é possível reduzir os níveis de poluição dos recursos hídricos e preservar o meio ambiente.

A implantação de uma ETA causa impactos relacionados à água bruta, devido à dosagem dos produtos químicos utilizados no tratamento da água e à forma de limpeza e operação dos filtros e decantadores. O lançamento in natura sem tratamento prévio dos efluentes provenientes de estações de tratamento de água causam impactos ao meio ambiente, aos corpos hídricos, aumentando significativamente a concentração de determinadas substâncias, o que pode prejudicar o ciclo de nutrientes, provocar assoreamento, etc.

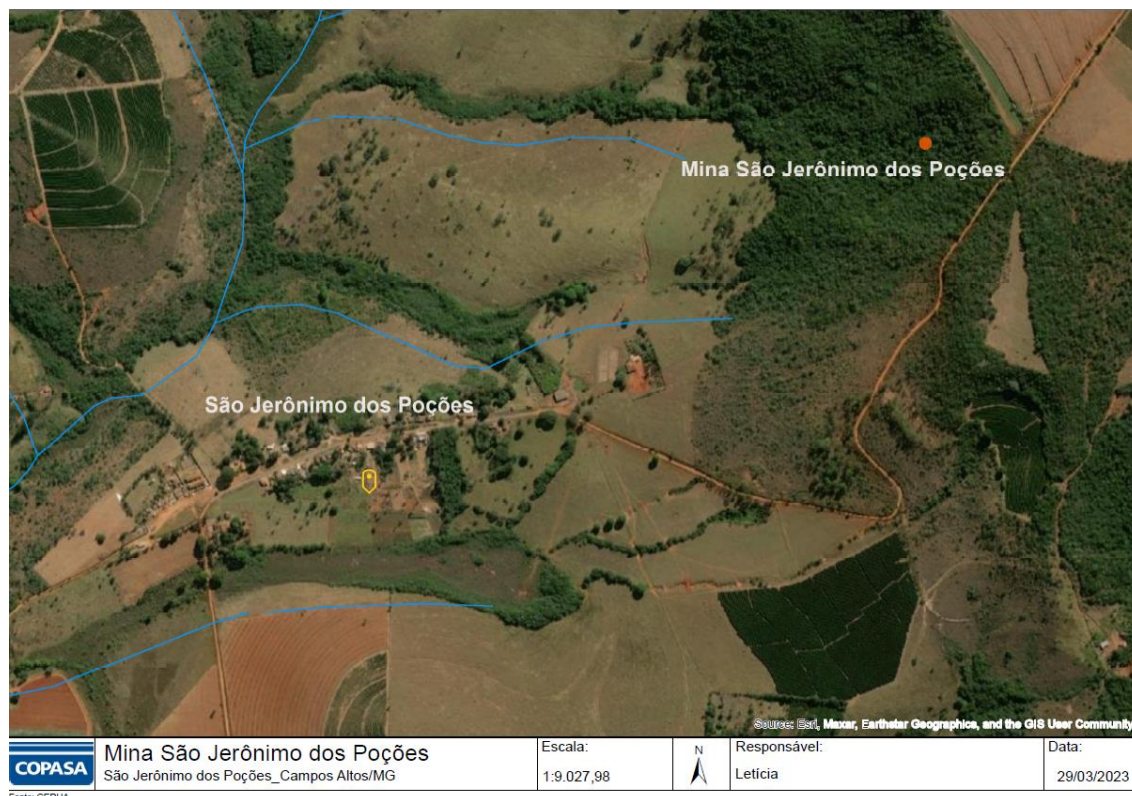
Diante do exposto, fica evidente a necessidade de implantação de Unidade de Tratamento de Resíduos (UTR), pois é por meio desse processo que a água é separada do lodo, tornando-se clarificada. Após secagem, o lodo poderá ser conduzido aos aterros sanitários. Vale ressaltar que a UTR está em fase de implantação atualmente.

ii. São Jerônimo dos Poções

Para o abastecimento da localidade de São Jerônimo dos Poções, propõem-se a manutenção da captação de água na Mina São Jerônimo dos Poções.

A Figura 17 apresenta o mapa de localização dessa captação.

Figura 17- Localização da Mina São Jerônimo dos Poções em Campos Altos/MG



Fonte: COPASA MG, 2023

Na Tabela 9 são apresentados os resultados dos parâmetros monitorados na mina São Jerônimo dos Poções no ano 2023, com o intuito de investigação de metais pesados na água.

Tabela 9 – Variação dos parâmetros monitorados na Mina São Jerônimo dos Poções em 2023

Município: Campos Altos /MG Manancial: Água Subterrânea Mina São Jerônimo dos Poções			
Parâmetro	Unidade	V.M.P.	Data da coleta
			24/03/2023
Alumínio total	mg/L Al	-	<0,1
Antimônio	mg/L Sb	0,005	<0,001
Arsênio	mg/L As	0,01	<0,005
Selênio	mg/L Se	0,01	<0,005
Urânio	mg/L	0,02	<0,005
Mercurio	mg/L Hg	0,0002	<0,001
Bário	mg/L Ba	0,7	<0,10
Cádmio	mg/L Cd	0,001	<0,001
Chumbo	mg/L Pb	0,01	<0,005
Cobre	mg/L Cu	0,009	<0,001
Cromo	mg/L Cr	0,05	<0,005
Níquel	mg/L Ni	0,025	<0,005
Sódio	mg/L Na	-	<1,6
Zinco	mg/L Zn	0,18	<0,10

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada

Fonte: COPASA MG, 2023

Todos os resultados apresentados na Tabela 9 estão abaixo do limite de detecção e respeitam o limite legal para corpos d'água Classe 2, indicando que a futura captação na Mina São Jerônimo dos Poções apresenta níveis satisfatórios na qualidade de água e que esse manancial não sofre influência de contaminação por metais pesados.

Na Tabela 10 são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos monitorados na água da Mina São Jerônimo dos Poções em 2023.

Tabela 10 – Variação dos parâmetros monitorados na Mina São Jerônimo do Poções em 2023

Município: Campos Altos /MG		Manancial: Água Subterrânea	
Mina São Jerônimo dos Poções			
Parâmetro	Unidade	V.M.P.	Data coleta
			22/03/2023
Nitrato	mg/L N	10,0	<0,5
Nitrito	mg/L N	1,0	<0,01
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7	<1,0
Fluoreto	mg/L F	1,4	<0,5
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500,0	<25,0
pH	-	6,0-9,0	4,9
Fósforo	mg/L P	0,1	<0,02
Condutividade	µs/cm	-	7,00
Cor	CU	75,0	<5,0
Turbidez	NTU	100,0	1,1
Coliformes totais	NPM/100 mL	-	201,0
E. Coli	NPM/100 mL	1000,0	1,00

Legenda: V. M.P.= Valor Máximo permitido pela Legislação referenciada.

Fonte: COPASA MG, 2023

Como pode ser observado, a maioria dos resultados apresentados na Tabela 10, estão abaixo do limite de detecção e respeitam o limite legal para corpos d'água Classe 2, indicando que a futura captação apresenta níveis satisfatórios na qualidade de água e atendem ao limite legal para a maioria dos parâmetros analisados.

4) Apresentação de parâmetros quantitativos de disponibilidade hídrica

Em atendimento ao presente item, foi realizado o levantamento das vazões mínimas na região de estudo, notadamente para os pontos de interesses do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) em Campos Altos, na sede do município.

A COPASA MG monitora, desde 1990, o córrego Engenho da Serra, contando com uma extensa série de dados fluviométricos observados imediatamente a montante da captação, com aferição mensal. Cumpre destacar que não foram localizadas estações com dados diários disponíveis na região, sendo a mais próxima localizada no rio Misericórdia, a mais de 60 km a jusante do ponto de

interesse, com uma área de drenagem da ordem de 1370 km², expressivamente superior à da captação do córrego Engenho da Serra, cuja área da bacia de contribuição é de aproximadamente 7,4 km².

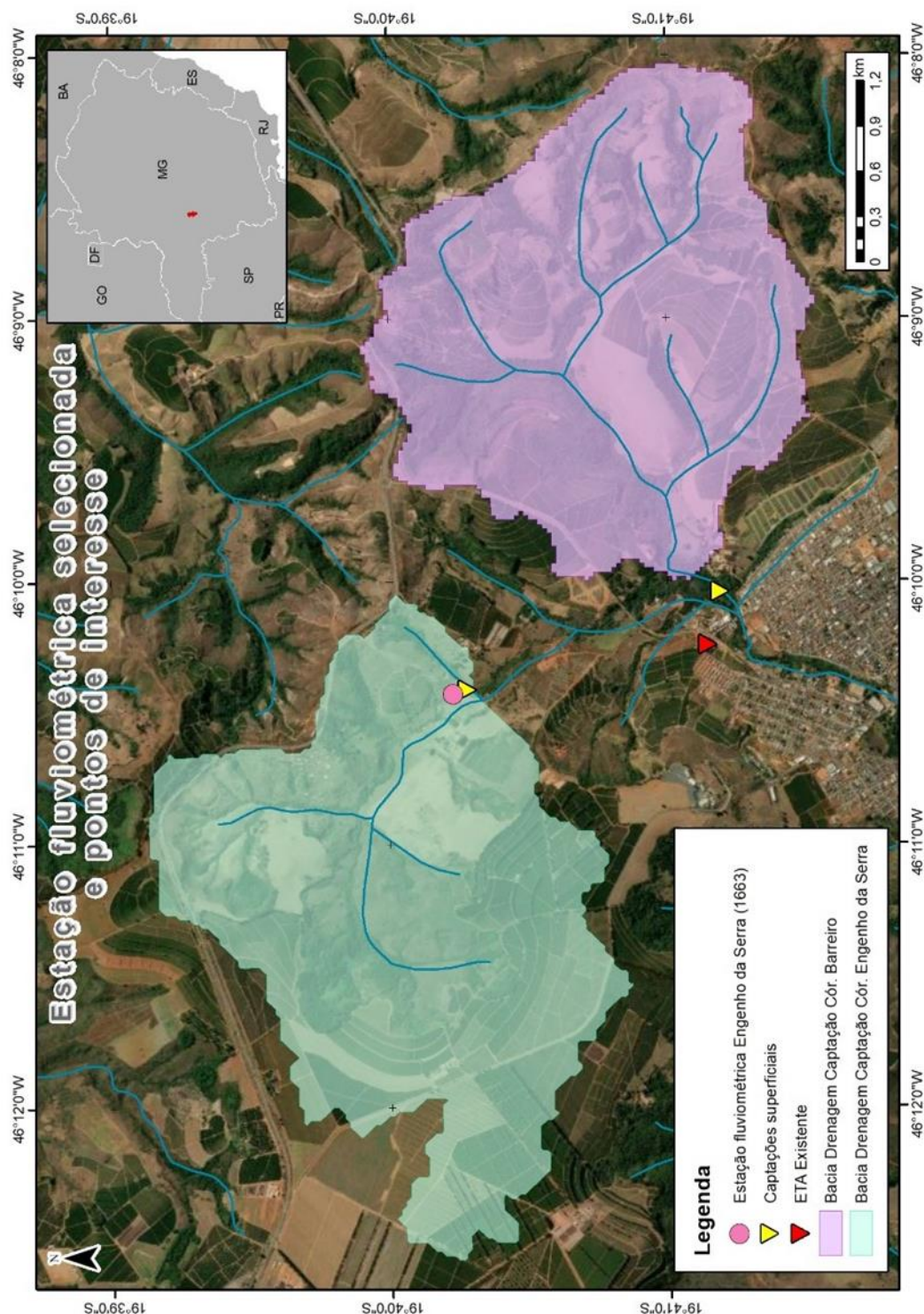
Desse modo, adotou-se a estação COPASA MG Engenho da Serra, cujas características são apresentadas na Tabela 11, para fins de estimativa da vazão de referência na região de interesse. A vazão específica estimada para essa estação também foi considerada para a estimativa da captação adicional proposta, no ponto sugerido no córrego do Barreiro. A Figura 18 mostra a localização da estação, bem como as bacias de drenagem dos pontos de interesse no estudo.

Tabela 11 – Características da estação selecionada neste estudo

Chave COPASA MG	Estação	Coordenadas		Área de drenagem m (km ²)	Extensão da série
		Latitude	Longitude		
1663	Fluv. Cór. Engenho da Serra Campos Altos	19°40'16.77" S	46°10'24.82" O	7,4	1990- 2022

Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 18 – Estação fluviométrica COPASA MG Engenho da Serra e bacias de contribuição dos pontos de interesse do sistema de abastecimento do município de Campos Altos – Sede



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

Os registros foram assumidos como sendo equivalentes às vazões médias mensais mínimas, e os mínimos anuais, apresentados na Tabela 12, foram

extraídos a fim de subsidiar uma análise de frequências.

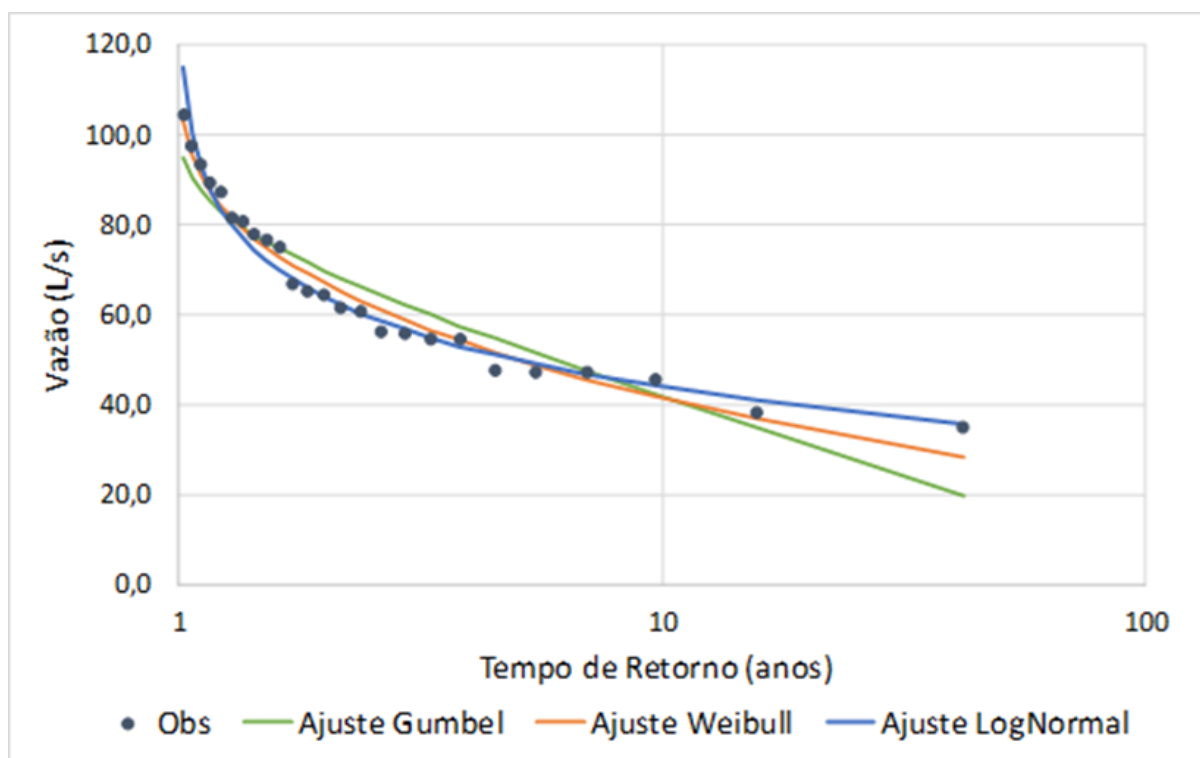
Tabela 12 – Vazões anuais mínimas utilizados na análise de frequência

Ano	Q _{30,min} (L/s)
1996	47,7
1997	89,6
1998	80,7
1999	65,2
2000	81,5
2001	56,4
2002	45,6
2003	47,3
2004	78,1
2005	54,6
2007	61
2008	87,4
2010	61,5
2011	97,5
2012	47,3
2013	75,2
2014	35,1
2015	64,7
2016	54,7
2017	38,3
2018	55,7
2019	67
2022	93,6

Fonte: COPASA MG, 2023

Foram descartados da análise os anos com menos de 3 (três) medições de descarga líquida durante o período seco. Em seguida, foram testados os ajustes das distribuições de frequência de Weibull, Gumbel e Log-Normal de dois parâmetros, utilizando análise gráfica. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 19 – Ajuste das distribuições teóricas de probabilidades aos registros de monitoramento. Observa-se que a distribuição de frequências do tipo Log-Normal de dois parâmetros apresentou melhor ajuste aos dados.

Figura 19 – Ajuste das distribuições teóricas de probabilidades aos registros de monitoramento



Fonte: COPASA MG, 2023

Foi realizada também a avaliação da aderência das distribuições de probabilidade com os dados da estação, através do teste Kolmogorov-Smirnov, com p-valor, ou nível de significância, de 0,01 ($D_n = 0,3260$). Os resultados obtidos no teste KS mostram que todas as distribuições estão abaixo do valor crítico da estatística, o que significa que não se pode rejeitar a hipótese nula de que o comportamento probabilístico das vazões médias mensais mínimas pode ser modelado por qualquer uma das distribuições analisadas. Assim, por apresentar melhor ajuste gráfico, adotou-se a distribuição LogNormal de dois parâmetros, LN-2p, como representativa para o ponto de interesse.

Conforme metodologia sugerida pela Hidrossistemas (1993), a vazão $Q_{7,10}^2$ foi considerada como sendo aproximadamente 90% do valor estimado para a $Q_{30,10}^3$. Desse modo, e a partir da análise gráfica da Figura 19, obtém-se a $Q_{30,10}$ de 43,9

² Vazão mínima de 7 (sete) dias consecutivos com período de recorrência de 10 (dez) anos.

³ Vazão média mensal mínima anual com período de recorrência de 10 (dez) anos.

L/s e a $Q_{7,10}$ de 39,5 L/s, conforme mostra a Tabela 13.

Tabela 13 – Estimativa do valor da $Q_{7,10}$ para a estação fluviométrica COPASA MG córrego Engenho da Serra.

Chave COPASA MG	Estação	Área de drenagem (km ²)	$Q_{30,10}$ (L/s)	$Q_{7,10}$ (L/s)	Vazão específica $q_{7,10}$ (L/s.km ²)
1663	Córrego Engenho da Serra	7,4	43,9	39,5	5,34

Fonte: COPASA MG, 2023

A vazão $Q_{7,10}$ encontrada foi comparada ao estudo de regionalização desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) para o IGAM (IGAM, 2012), a fim de verificar a ordem de grandeza dos resultados obtidos. Os dados foram analisados por meio do arquivo *shapefile*, disponível na plataforma IDE-SISEMA. Para o ponto analisado no córrego Engenho da Serra, a $Q_{7,10}$ encontrada segundo esse estudo foi de 38,1 L/s, valor muito próximo ao estimado a partir dos registros observados *in loco*, de 39,5 L/s. Assim, adotou-se a vazão específica $q_{7,10}$ igual a 5,34 L/s.km², obtida com os dados da estação Fluv. Cór. Engenho da Serra Campos Altos, por ser uma estação fluviométrica representativa da região de interesse.

Utilizando a vazão mínima específica $q_{7,10}$, calculada por meio da análise de frequência, e as áreas de drenagem das atuais captações superficiais, são encontradas as vazões $Q_{7,10}$ em cada um dos pontos de interesse. Essas informações, bem como os valores de vazão máxima outorgável em cada um dos pontos, são apresentadas na Tabela 14. Destaca-se que a vazão outorgável máxima na bacia do rio Paranaíba corresponde a 50% da vazão de referência ($Q_{7,10}$).

Tabela 14 – Vazões $Q_{7,10}$ estimadas nos pontos de interesse do estudo

Região	Ponto de captação	Área de drenagem (km²)	Vazão $Q_{7,10}$ (L/s)	Vazão máxima outorgável – 50% $Q_{7,10}$ (L/s)
Sede	Captação Engenho da Serra	7,4	39,5	19,8
	Captação Barreiro	6,8	36,3	18,2
Total		14,2	75,8	38,0

Fonte: COPASA MG, 2023

Foram avaliados também os atuais usos de água nas bacias de interesse, buscando mensurar a disponibilidade hídrica considerando as outorgas já deferidas a montante das captações. Não foram encontradas, porém, outorgas consuntivas já deferidas nas bacias, apenas alguns cadastros de usos insignificantes, cujo somatório apresenta valor irrisório, sendo, portanto, desconsiderado.

Para o distrito de São Jerônimo dos Poções, a vazão de final de plano, calculada de acordo com a projeção populacional apresentada pelo Termo de Referência deste processo licitatório, é irrisória, tendo valor de aproximadamente 0,5 L/s, para uma operação durante 18 horas por dia. Considera-se, portanto, que o distrito poderá permanecer sendo abastecido pelas surgências de água existentes, sendo necessária a realização de tratamento da água.

1b) Captação e Adução de Água Bruta

1) Relação e localização das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água

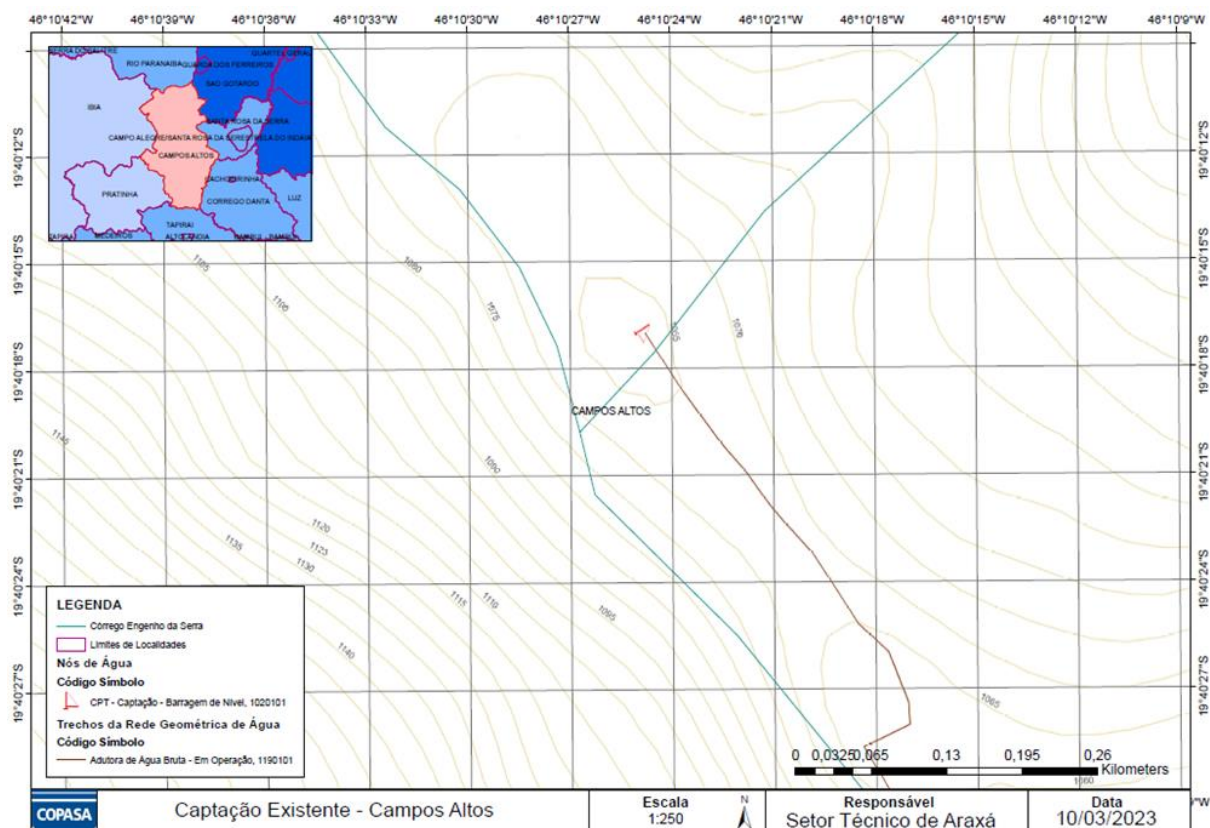
i. Sede Municipal

O abastecimento da sede do Município de Campos Altos conta atualmente com apenas uma captação, a do córrego Engenho da Serra. Para garantir a segurança hídrica da população atendida, propõe-se uma captação adicional, no córrego do Barreiro. As unidades que compõe a captação e adução de água bruta da sede são elencadas abaixo:

- Captação superficial existente no córrego Engenho da Serra, localizada nas

coordenadas latitude 19°40'16,78"S e longitude 46°10'24,74"O, conforme Figura 20. O acesso a essa captação passa pela propriedade de terceiros, conforme mostrado na Figura 21, em que foi destacado o local da captação.

Figura 20 – Mapeamento georreferenciado da captação córrego Engenho da Serra



Fonte: COPASA MG, 2023

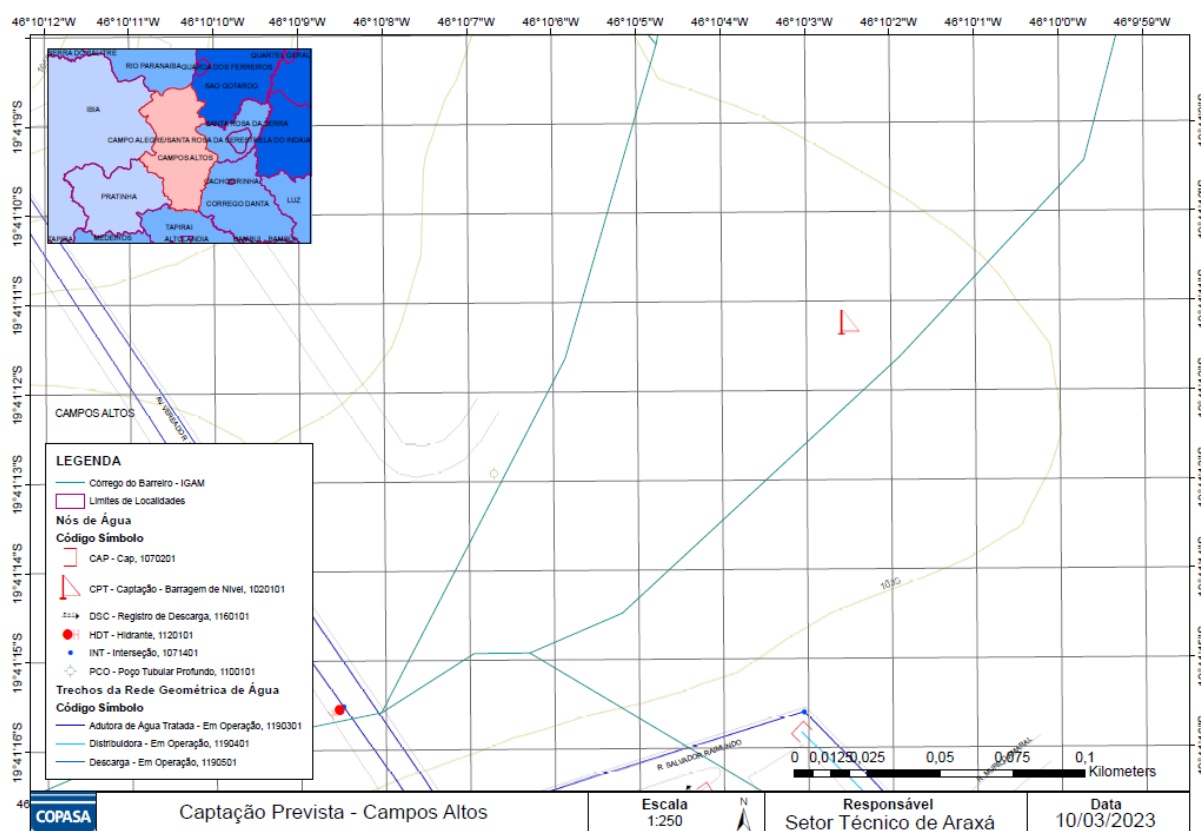
Figura 21 – Acesso a captação córrego Engenho da Serra. Captação em destaque



Fonte: COPASA MG, 2023

- Captação superficial projetada no córrego Barreiro, localizada nas coordenadas latitude 19°41'12.91"S e longitude 46°10'3.68"O, conforme apresentado na Figura 22.

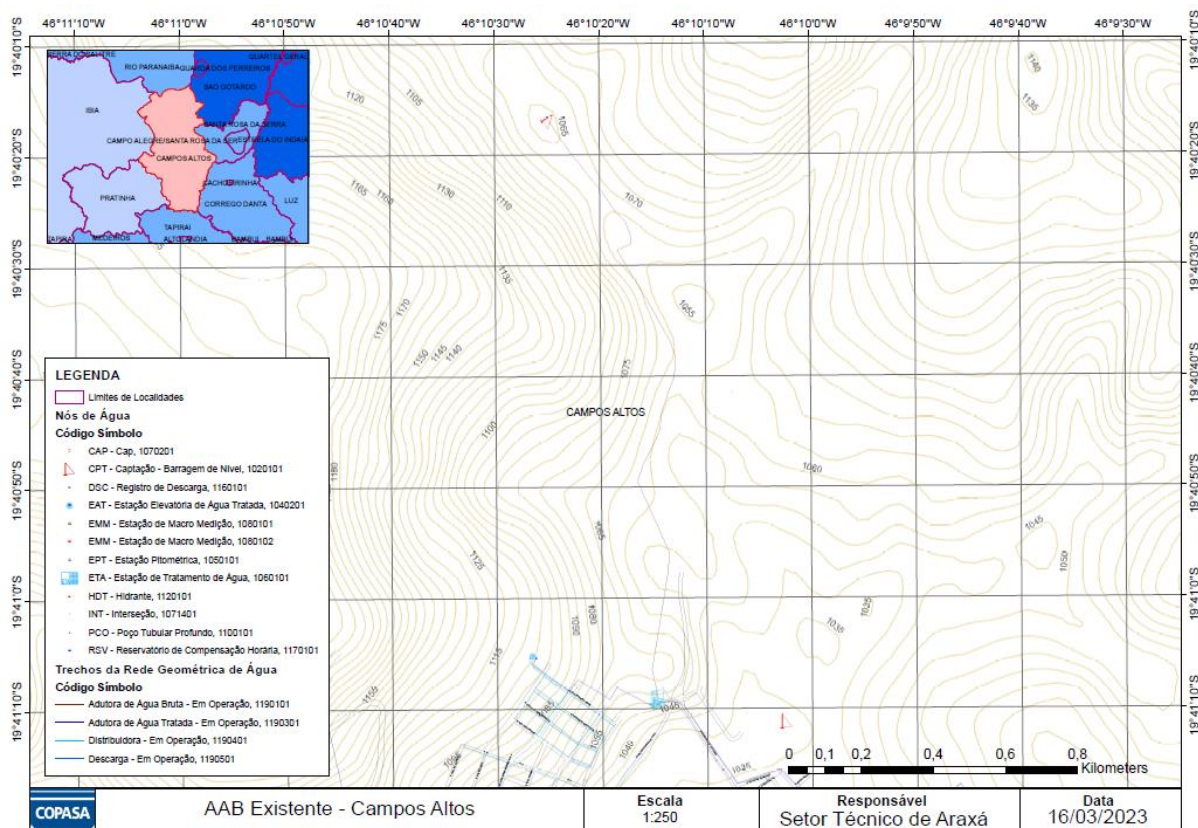
Figura 22 – Mapeamento georreferenciado da captação Barreiro



Fonte: COPASA MG, 2023

- Adutora de Água Bruta (AAB) existente, proveniente da captação superficial existente no córrego Engenho da Serra, localização conforme mostrado na Figura 23.

Figura 23 – Mapeamento georreferenciado da adutora de água bruta existente



Fonte: COPASA MG, 2023

- Adutora de Água Bruta (AAB) a construir, proveniente da captação superficial projetada para o córrego Barreiro, localização conforme mostrado na Figura 24.

Figura 24 – Trajeto da adutora de água bruta a construir



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

- Estação Elevatória de Água Bruta (EAB) projetada na captação do Córrego Barreiro, a ser implantada nas coordenadas latitude 19°41'12.91" S e longitude 46°10'3.68" O.

A Tabela 15 compila as unidades que compõe a captação e a AAB na sede do Município de Campos Altos.

Tabela 15 – Coordenada das unidades de captação e adução de água bruta da sede do Município de Campos Altos

Unidade	Latitude	Longitude	Local
Captação	19°40'16,78"S	46°10'24,74"O	Córrego Engenho da Serra
Captação	19°41'12.91"S	46°10'3.68"O	Córrego Barreiro
Adução água bruta (inicial)	19° 40' 17.02"S	46° 10' 24.77"O	Córrego Engenho da Serra
Adução água bruta (final)	19° 41' 9.09"S	46° 10' 14.69"O	ETA Campos Altos
Adução água bruta (inicial)	19° 41' 11.24"S	46° 10' 2.49"O	Córrego Barreiro
Adução água bruta (final)	19° 41' 9.09"S	46° 10' 14.69"O	ETA Campos Altos
EAB	19°41'12.91"S	46°10'3.68"O	Córrego Barreiro

Fonte: COPASA MG, 2023

A Figura 25 ilustra a captação existente no córrego Engenho da Serra e a projetada no córrego Barreiro.

Figura 25 – Unidades que compõem as captações e adutoras de água



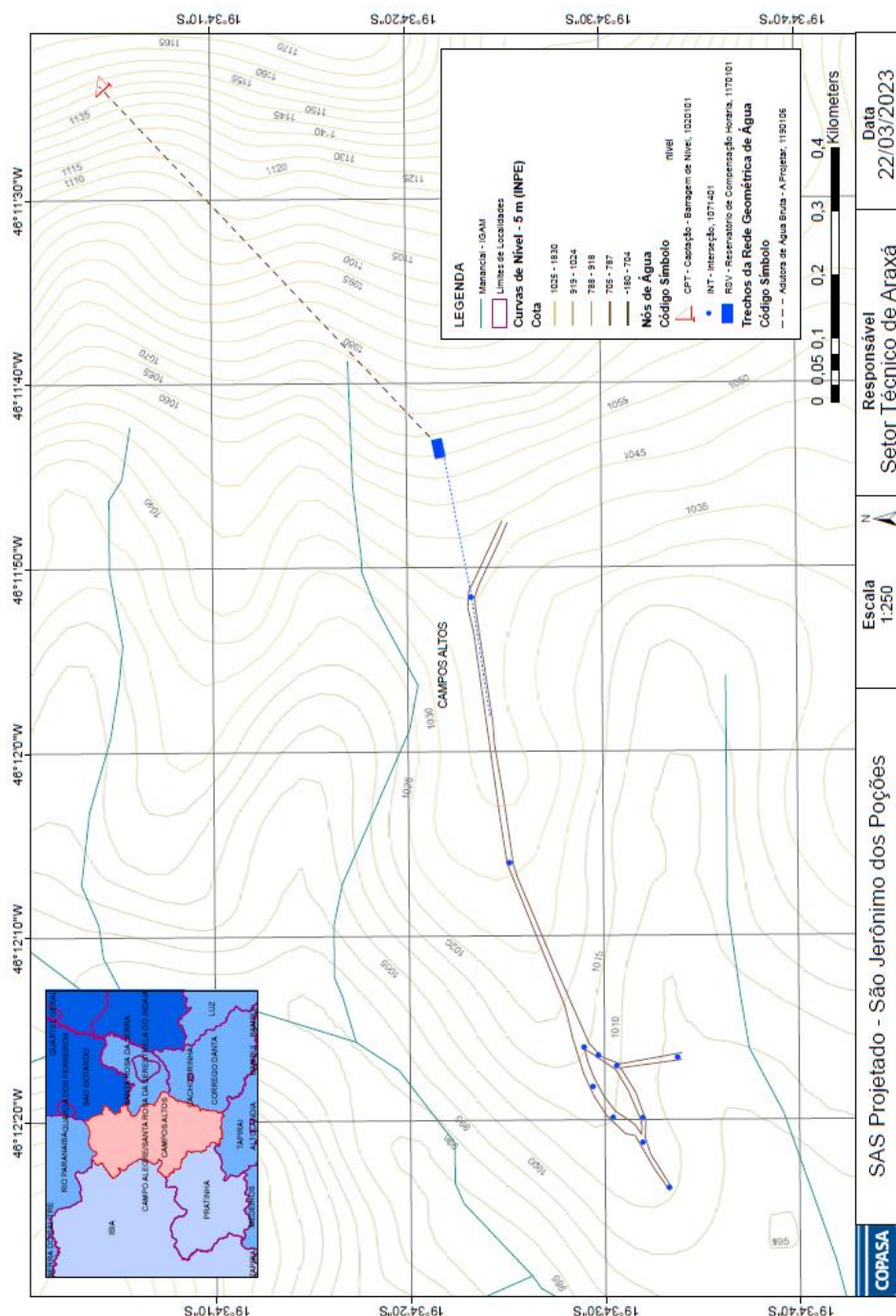
Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

ii. São Jerônimo dos Poções

Conforme o PMSB, o Distrito de São Jerônimo dos Poções possui captação

superficial realizada através de surgências em área de propriedade particular. A captação está localizada nas coordenadas latitude 19°34'4.26"S e longitude 46°11'23.82"O, conforme apresentado na Figura 26 e Figura 27.

Figura 26 – Mapeamento georreferenciado da captação em São Jerônimo dos Poções



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 27 – Vista aérea da estrada que dá acesso à captação



Fonte: COPASA MG, 2023

Ainda conforme o PMSB (2022), a adução até o reservatório de água ocorre por gravidade, sendo este localizado na mesma propriedade, em ponto inferior, próximo ao Distrito. A extensão da adutora de água bruta entre a captação e o reservatório é de aproximadamente 900 metros.

2) Descrição física das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água

i. Sede Municipal

A captação existente é realizada no córrego Engenho da Serra, através de uma barragem de nível, conforme Figuras 28 e 29. A tomada d'água ocorre diretamente na barragem, que é feita de concreto e possui 6 m de largura e 2 m de altura, com um vertedor retangular com largura do coroamento de 1 m. O ponto de captação está localizado nas coordenadas latitude 19°40'16,78"S e longitude 46°10'24,74"O. A altitude do ponto de captação, conforme Google Earth, é de 1.067 m.

Figura 28 – Vista aérea da Captação do Córrego Engenho da Serra



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 29 – Barragem de nível do Córrego Engenho da Serra



Fonte: COPASA MG, 2023

A área possui cercamento, placas de identificação e proibição de acesso de terceiros, conforme ilustrado nas imagens da Figura 30. O acesso à barragem não

possui pavimentação e na mesma área existe uma caixa de macromedição, indicada pela seta na Figura 30, na qual foi instalado um macromedidor que permite a leitura da vazão da água bruta captada na barragem.

Figura 30 – Acesso a barragem e caixa de macromedição indicada pela seta



Fonte: COPASA MG, 2023

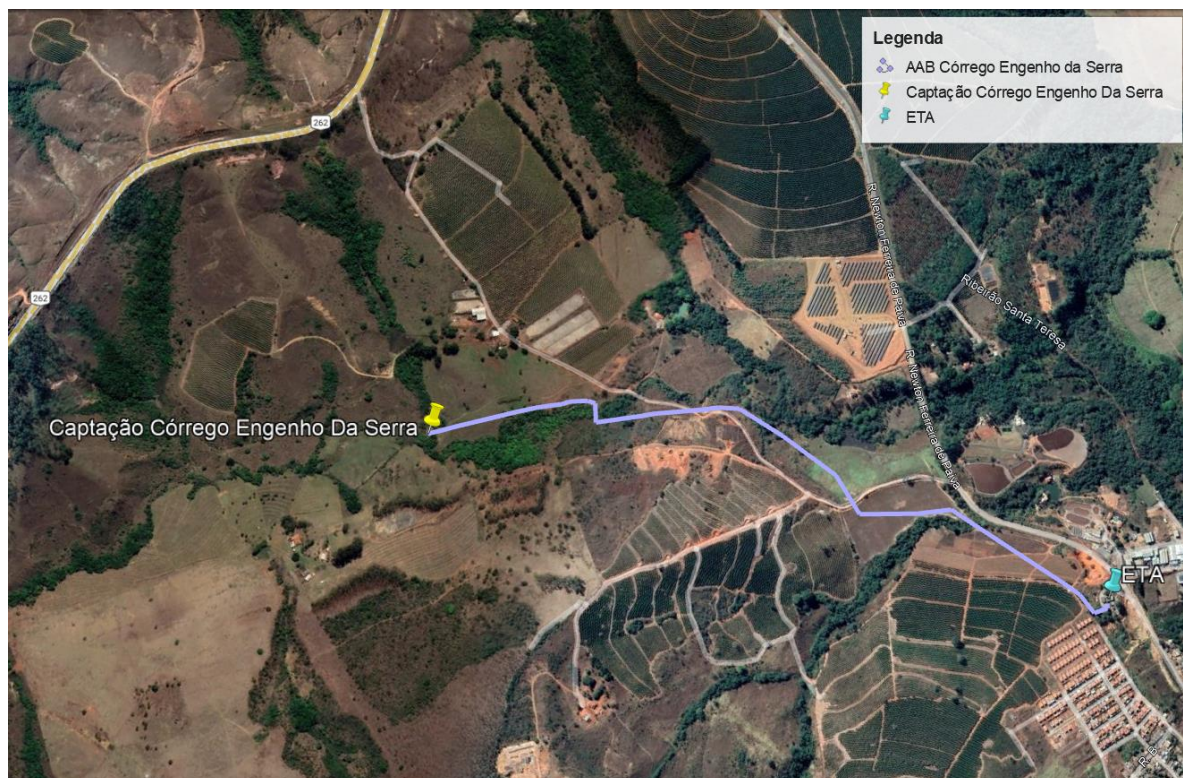
Figura 31 – Placas de identificação e advertência, e cercamento da unidade



Fonte: COPASA MG, 2023

A água bruta proveniente da captação superficial do córrego Engenho da Serra chega à ETA por gravidade, através da AAB existente, conforme Figura 32. A AAB é de manilha de concreto DN 600 e possui uma extensão total de 1.990 m.

Figura 32 – AAB da captação do córrego Engenho da Serra



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

Ao longo de sua extensão, essa adutora é dotada de Poços de Visita (PV) para inspeção e manutenções corretivas e preventivas. A Figura 33 mostra trecho da AAB e um PV de inspeção.

Figura 33 – PV na AAB proveniente da Captação Superficial do Córrego Engenho da Serra



Fonte: COPASA MG, 2023

A captação projetada, com o objetivo de complementar a vazão demandada e aumentar a segurança hídrica do sistema, será implantada após o devido licenciamento ambiental, no córrego Barreiro, imediatamente a montante da mancha urbana. A estrutura dessa captação será construída à margem esquerda do curso d'água, conforme Figura 34.

Figura 34 – Local previsto para captação no Córrego do Barreiro

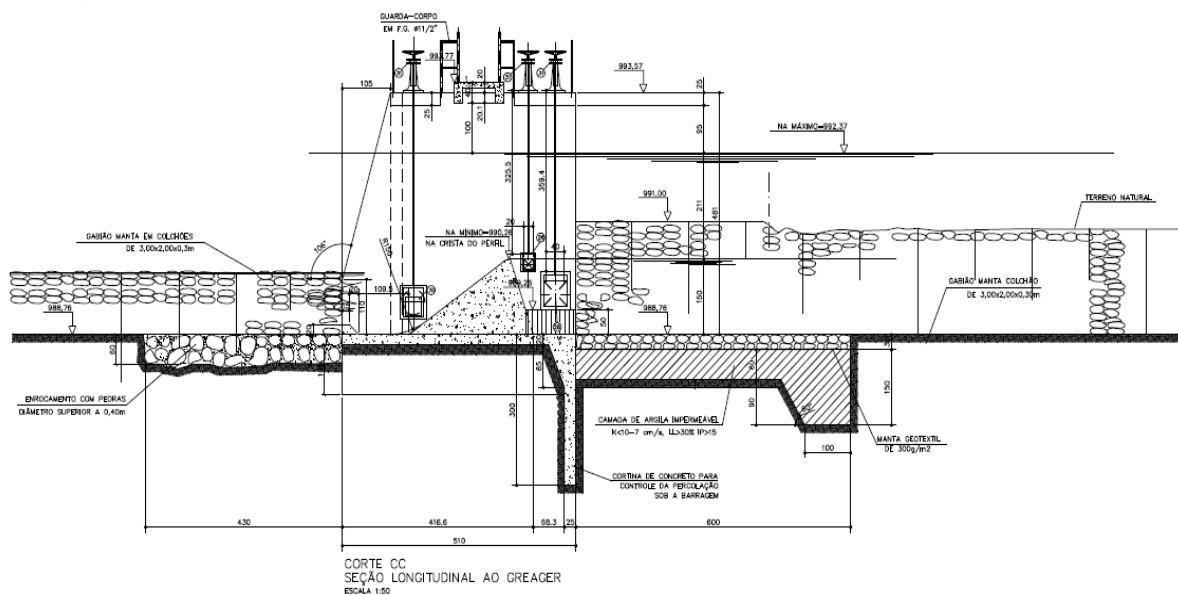


Fonte: COPASA MG, 2023

A fim de elevar o nível d'água no ponto de captação, garantindo um recobrimento mínimo do crivo de tomada de água, deverá ser construída uma soleira em concreto ciclópico, à gravidade, dotada de um vertedor com perfil Creager⁴, conforme Figura 35.

⁴ Perfil Creager se assemelha ao perfil de uma lâmina d'água vertente em queda livre. Tal perfil proporciona maior eficiência geométrica e evita o surgimento de processos de deterioração estrutural, tais como cavitação provocada por pressões negativas, vibrações advindas de pulsação na veia líquida e erosões oriundas de velocidades excessivas. (AZEVEDO NETO; FERNÁNDEZ; 2018).

Figura 35 – Barragem perfil Creager



Fonte: COPASA MG, 2023

Para a tomada d'água será implantado um canal desarenador interligado à barragem, visando a retenção de sólidos, os quais são prejudiciais ao funcionamento dos conjuntos motobombas. Na Figura 36, é apresentado um modelo de canal desarenador, indicado pela seta. A captação de água do sistema em questão será realizada diretamente através de uma comporta, em ferro fundido, a ser instalada na parede lateral desse canal.

Figura 36 – Vista aérea de um modelo de desarenador



Fonte: COPASA MG, 2023

A água bruta chegará à ETA através de sistema de bombeamento e contará com adutora de água bruta DN150 PVC DEFoFo da captação do córrego Barreiro até a ETA, sendo um trecho de 150 m em pavimento de terra e outro trecho de 450 m em asfalto, totalizando 600 m de AAB, conforme ilustrado na Figura 37.

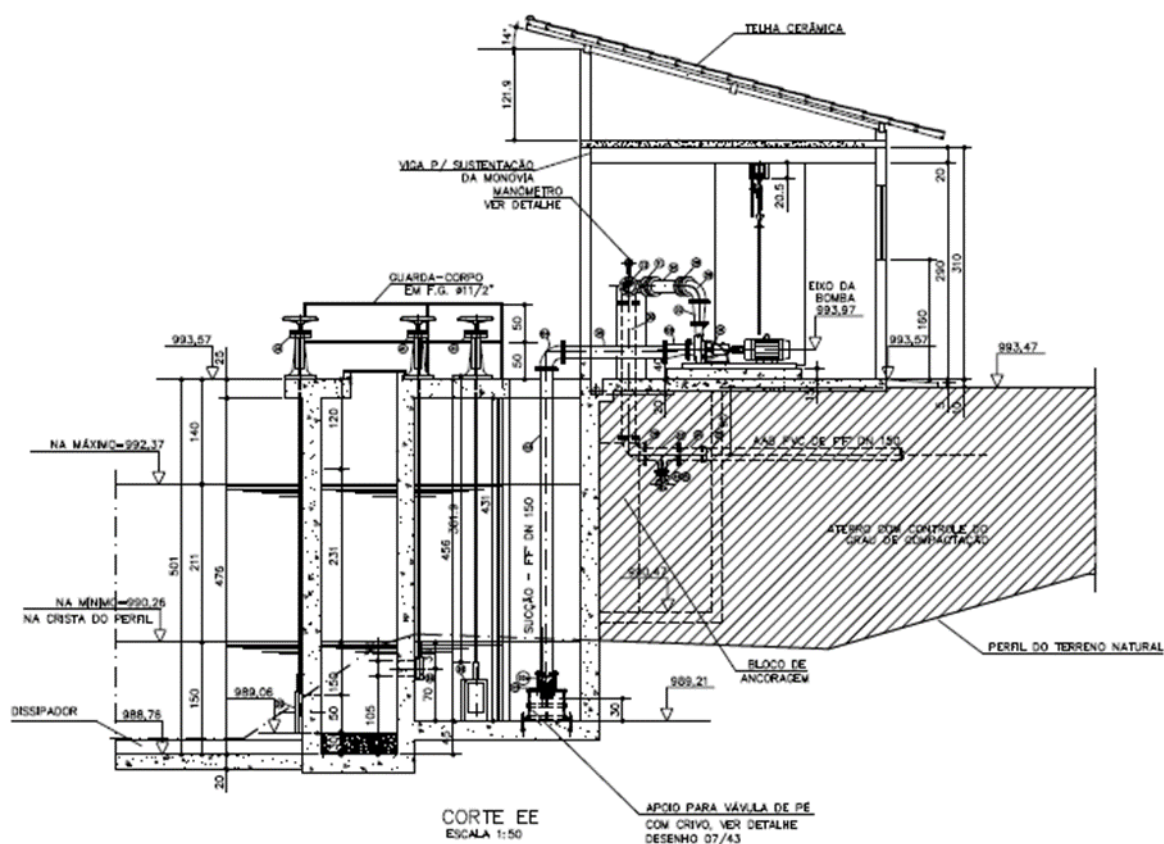
Figura 37 – Trajeto da adutora de água bruta projetada



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

A Elevatória de Água Bruta (EAB) projetada será constituída de um poço de sucção e uma casa de bombas, conforme modelo mostrado na Figura 38.

Figura 38 – Modelo de Elevatória de Água Bruta



Fonte: COPASA MG, 2023

Os conjuntos elevatórios a serem instalados são de 15 Cv e a EAB irá operar por aproximadamente 16 horas por dia e 12 horas por dia nos meses de estiagem. Na Figura 39 são apresentados modelos de conjunto motobomba e painéis.

Figura 39 – Modelo de painéis e conjuntos motobomba



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

Na visita técnica ao Distrito de São Jerônimo dos Poções foi possível identificar que o ponto de captação superficial, através de surgências, possui apenas um barramento em alvenaria para reunião da água proveniente das surgências, conforme exibido na Figura 40. O local da captação não apresenta dispositivos de segurança, cercamento, urbanização e acesso.

Figura 40 – Barramento em alvenaria na captação de São Jerônimo dos Poções



Fonte: COPASA MG, 2023

A partir desse ponto, a água é conduzida para uma caixa de acumulação em fibra, com volume de 500 litros, como mostrado na Figura 41. A tubulação do ponto de captação de água até a caixa em fibra é de PVC DN100 branco, usualmente utilizado para transporte de esgoto, com extensão aproximada de 10 m, conforme Figura 42.

Figura 41 – Tubulação e caixa em fibra com volume de 500 litros



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 42 – Tubulação de tomada de água da captação



Fonte: COPASA MG, 2023

Na saída da caixa, a tubulação possui um registro, que pode ser observado na Figura 43, o qual permite interromper o fluxo de água em caso de necessidade de manutenção nas unidades existentes.

Figura 43 – Registro na saída da tubulação de água bruta



Fonte: COPASA MG, 2023

Após a caixa de acumulação, a água é conduzida por tubulação em PVC DN 50 até um reservatório, com capacidade de 10m³ localizado próximo às residências do Distrito de São Jerônimo dos Poções. Conforme informado pelo município, durante a visita técnica, a tubulação DN 50, com extensão em torno de 900 m, foi instalada há aproximadamente dois anos.

Da caixa de acumulação até o reservatório de 10 m³ há um desnível de 84 m, conforme perfil de elevação do Google Earth, apresentado Figura 44.

Figura 44 – Desnível entre a captação e o reservatório



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

3) Estado de conservação das infraestruturas que serão utilizadas para o abastecimento público de água

i. Sede Municipal

A montante da barragem do córrego Engenho da Serra existem três erosões que carreiam materiais, conforme Figura 45. Essas erosões provocam assoreamentos, os quais comprometem a qualidade da água bruta, como a elevação da turbidez. Consequentemente, ocorre um aumento do consumo de produtos químicos e da frequência de lavagem de decantadores, floculadores e filtros. Isto posto, há um aumento do custo de tratamento da água.

Figura 45 – Localizações das erosões a montagem da captação existente



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

A área de alagamento da barragem encontra-se com elevado grau de assoreamento, conforme pode ser verificado na Figura 46.

Figura 46 – Barragem do Córrego Engenho da Serra assoreada



Fonte: COPASA MG, 2023

A estrutura da barragem do córrego Engenho da Serra apresenta vazamentos e

necessidade de recuperação, conforme apresentado na Figura 47. Além disso, a descarga de fundo da barragem, em tubo de Ferro Fundido DN 400, e o registro de descarga de fundo estão danificados e necessitam ser substituídos.

Figura 47 – Barragem do Córrego Engenho da Serra



Fonte: COPASA MG, 2023

Durante o período chuvoso, ocorrem alagamentos no entorno da barragem, deixando a caixa de macromedição existente inundada, impossibilitando o acesso e leitura da macromedição. Uma vez que a Portaria IGAM Nº 48 de 04 de outubro de 2019 exige que a medição ocorra próximo ao ponto de captação, o remanejamento do macromedidor para um local livre de alagamentos dependerá de autorização do referido Instituto.

A AAB do córrego Engenho da Serra possui ao longo de seu percurso um ponto de erosão que pode comprometer a adução de água bruta, conforme indicado na Figura 48. Recentemente, em decorrência da erosão, ocorreu o rompimento da AAB, conforme Figura 49, sendo feito um desvio com extensão de 90 m, utilizando tubo PVC ocre DN250.

Entretanto, ainda há a necessidade de que o ponto de erosão seja recuperado e, posteriormente, a AAB deverá ser implantada em manilha de concreto DN 600 e caminhamento correto, anterior ao desvio realizado, a fim de se evitar obstrução da passagem de água.

Figura 48 – Erosão no trecho onde passa adutora de água bruta



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

Figura 49 – Trecho da adutora de água bruta danificado em decorrência de erosão



Fonte: COPASA MG, 2023

A passagem da barragem para a caixa de tomada d'água foi obstruída por conta

do assoreamento, e o acesso está improvisado. Há placas de advertência e cercamento no local para evitar o acesso de pessoas não autorizadas. Além disso, a via que permite o acesso de veículos e pessoas à unidade necessita de conservação para resguardar a segurança dos operadores e boa operação do sistema, principalmente no período chuvoso.

ii. São Jerônimo dos Poções

No dia da visita técnica foi observada uma trinca na estrutura da barragem da captação de São Jerônimo dos Poções, conforme indicado na Figura 50, comprometendo a vazão captada que chega até a caixa de 500 litros.

Figura 50 – Captação de São Jerônimo dos Poções



Fonte: COPASA MG, 2023

A chegada à captação é improvisada e desprovida de acessibilidade, conforme evidenciado na Figura 51. A cerca da área da captação é antiga e necessita ser substituída, para evitar o acesso de terceiros. Além disso, a unidade não possui dispositivos de iluminação, sinalização de identificação na unidade e de placas de

advertência proibindo o acesso de pessoas não autorizadas, sendo necessária a melhoria da urbanização da unidade.

Figura 51 – Acesso à captação



Fonte: COPASA MG, 2023

4) Proposições de soluções para os problemas críticos

A seguir, constam os principais problemas críticos encontrados nas unidades de captação e AAB do sistema de água existente, com as respectivas soluções propostas.

i. Sede Municipal

O assoreamento a montante da barragem do córrego Engenho da Serra compromete a qualidade da água bruta, elevando a turbidez e,

consequentemente, aumentando o consumo de produtos químicos e a frequência de lavagem de decantadores, floculadores e filtros da ETA. Para solucionar esse problema, é necessária a dragagem periódica como prevenção operacional.

A Tabela 16 elenca demais problemas, com respectivas soluções propostas e prazo para implementação da solução.

Tabela 16 – Problemas críticos, soluções propostas e respectivos prazos - Captação e AAB da sede.

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Estrutura da barragem do córrego Engenho da Serra com vazamentos e tubulação de fundo e registro de descarga danificados.	Recuperação da barragem, desassoreamento e substituição da tubulação de fundo e registro de descarga.	Médio
Córrego Engenho da Serra apresenta redução de vazão em períodos de estiagem	Implantação de captação e elevatória de água bruta (EAB) no Córrego Barreiro, além de implantação de 600m de adutora de água bruta no Córrego Barreiro até a ETA.	Curto
Adequação do diâmetro e caminhamento da adutora que foi desviada em função do processo erosivo.	Implantação de 90 m de adutora de água bruta em manilha de concreto DN600.	Curto

ii. São Jerônimo dos Poções

A Tabela 17 elenca demais problemas, com respectivas soluções propostas e prazo para implementação da solução.

Tabela 17 – Problemas críticos, soluções propostas e respectivos prazos - Captação e AAB de São Jerônimo dos Poções

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Barragem apresenta trincas e caixa de acumulação de água das surgências inadequada.	Recuperação da barragem e construção de caixa de concreto armado para reunião das surgências.	Curto
Acesso improvisado à captação e ausência de dispositivos de segurança e sinalização.	Melhoria do acesso e urbanização da área da captação.	Curto

5) Apresentação dos critérios de dimensionamento

Nesta seção são apresentados os critérios utilizados para o dimensionamento tanto das estruturas de captação e adução existentes, quanto das estruturas propostas.

Para dimensionamento dos sistemas de captação de água, é utilizada a vazão máxima diária. O cálculo da vazão máxima diária é dado pela equação:

$$Q_{\text{máx. d.}} = Pop \times q' \times k1 \text{ 1.000 (m}^3/\text{dia)}$$

- $Q_{\text{máx,d}}$: vazão máxima diária (m³/dia);
- Pop: população do estudo ou da região de abastecimento (Sede ou São Jerônimo dos Poções);
- q' : consumo per capita com perdas (l/hab.dia);
- $k1$: coeficiente de máxima vazão diária = 1,2;

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento de elevatória e linha de recalque foram definidos com base na Norma NBR-12.214 da ABNT.

Para a escolha do diâmetro mais econômico em adutoras por recalque é feito o pré-dimensionamento através da fórmula de Bresse:

$$D = K * \sqrt{Q}$$

- D: diâmetro (m);

- Q: vazão (m³/s);
- K: coeficiente de Bresse (valores constantes em função da velocidade).

A escolha definitiva do diâmetro da adutora é feita a partir da equação da continuidade:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \times \frac{D^2}{4}}$$

- V: velocidade (m/s);
- Q: vazão (m³/s);
- A: área da seção transversal do tubo (m²);
- D: diâmetro da tubulação (m).

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento de adutoras também deverão estar de acordo com as seguintes normas técnicas:

- ABNT NBR 12211 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.
- ABNT NBR 12215 – Projeto de adutora de água para abastecimento público.
- Os tubos e conexões projetados em ferro dúctil seguem as normas NBR 7675 e/ou NBR 15420. As normas NBR 13747 e ISO 4633 são utilizadas para tubos ponta e bolsa e conexões com bolsas. Já os tubos e conexões com flanges são dimensionados conforme a NBR 7560 e NBR 7675.
- Os materiais em PVC e PVC DEFoFo, seguem normativa NBR 7665/2007 – Sistemas para adução e distribuição de água, e deverão ser compatíveis com as conexões de ferro fundido.

A altura manométrica corresponde ao desnível geométrico a ser vencido pelo bombeamento, somado com as perdas de carga do sistema barrilete mais adutora, sendo calculada pela seguinte expressão:

$$AMT = Hg + \Delta p + \Delta h$$

- AMT: altura manométrica total (m);

➤ Hg: desnível geométrico do nível mínimo da captação e o nível de entrada da ETA;

➤ Δp : perda de carga distribuída total (m);

➤ Δh : perda de carga localizada total (m).

A partir da vazão de bombeamento e altura manométrica é calculada a potência do conjunto motobomba, dada pela seguinte fórmula.

$$P = \frac{\delta \cdot Q \cdot AMT}{75 \cdot n_b}$$

➤ P: potência do conjunto motobomba (cv);

➤ δ : peso específico do líquido bombeado (para água = 1.000 kgf/m³);

➤ Q: vazão ou descarga (m³/s);

➤ AMT: altura manométrica (m);

➤ n_b : coeficiente de rendimento global do conjunto motobomba.

A seleção da bomba é feita através de curvas de bombas de responsabilidade dos fabricantes.

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento das barragens de nível foram baseados nas seguintes normas:

- ABNT NBR 13028:2017 – Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água.
- ABNT NBR 12213:1992 - Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público.

1c) Estação de Tratamento de Água e Estações Elevatórias de Água Tratada**1) Relação e localização das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água****i. Sede Municipal****Estação de Tratamento de Água**

Para abastecimento de água na sede municipal, o tratamento da água bruta captada no Córrego Engenho da Serra é realizado em uma única ETA do tipo convencional fixa, localizada à Rua Newton Ferreira de Paiva, nº 1319, coordenadas latitude 19°41'09" S e longitude 46°10'15" O.

O acesso à ETA é feito pela rua Newton Ferreira de Carvalho, a cerca de 2,6 km da rodovia MG 262, próximo à entrada da cidade. A ETA está localizada em área urbanizada. Nas proximidades da rua Newton Ferreira há galpões comerciais e lotes vagos, porém, a menos de 100 metros de distância dos fundos da área da ETA já existe loteamento residencial, conforme evidenciado na Figura 52.

Figura 52 – Localização da ETA, indicada pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

Elevatórias de Água Tratada (Bombeamento) existentes

EAT01 – localizada dentro dos limites da área da ETA, recalcando do tanque de contato para o REN01. Coordenadas: latitude 19°41'09" S e longitude 46°10'15" O. Na Figura 53 é mostrada localização da EAT01 e entorno.

Figura 53 – Localização da EAT01, indicada pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT02 – Recalcando do REN02 para RAP04. Coordenadas: latitude 19°41'36.23" S e longitude 46°10' 36.38" O. Na Figura 54 é mostrada localização da EAT02 e entorno.

Figura 54 – Localização da EAT02 indicada pela seta e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT03 – Localizada na área do RAP04, recalcando deste para o Santuário de Nossa Senhora Aparecida. Coordenadas: latitude 19°41'20.44" S e longitude 46°10'44.12" O. Na Figura 55 é mostrada localização da EAT03 e entorno.

Figura 55 – Localização da EAT03, indicada pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT04 - localizada dentro dos limites da área da ETA, recalcando do tanque de contato para o RAP06. Coordenadas: latitude 19°41'09" S e longitude 46°10'15" O. Na Figura 56 é mostrada localização da EAT04 e entorno.

Figura 56 – Localização da EAT04, indicada pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

EPS01 – Funciona como estação pressurizadora, com conjunto motobomba submerso dentro do REN01. Coordenadas: latitude 19°41'40.46" S e longitude 46°9'54.86" O. Na Figura 57 é mostrada localização da EPS01 no REN01.

Figura 57 – Localização da EPS01, indicada pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT05 – Localizada na área do Reservatório Enterrado (REN03), recalcando do REN03 para o REL05. Coordenadas: latitude 19°42'18.43" S e longitude 46°10'37.81" O. Na Figura 58 é apresentada a localização da EAT05.

Figura 58 – Localização da EAT05, indicada pela seta e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT06 – Localizada na área do RAP06, recalcando deste para o REL07. Coordenadas: latitude 19°41'5.26" S e longitude 46°10'26.67" O. Na Figura 59 é mostrada localização da EAT06 e entorno.

Figura 59 – Localização da EAT06, indicada pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

Booster 01 – Localizado na rua Palestina, pressurizando a água que vem da EAT01 até o REN03. Coordenadas: latitude 19°42'6" S e longitude 46°10'23.61" O. Na Figura 60 é mostrada localização do booster e entorno.

Figura 60 – Localização do Booster 01, indicado pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

Elevatórias de Água Tratada (Bombeamento) projetadas

Será implantada elevatória (EAT07) para alimentação do novo reservatório de 400 m³ (RAP08), o qual também será implantado. A EAT07, de 40CV, deverá ser construída dentro da área da ETA, nas coordenadas: latitude 19°41'09" S e longitude 46°10'15" O. A Figura 61 ilustra projeto padrão da EAT07.

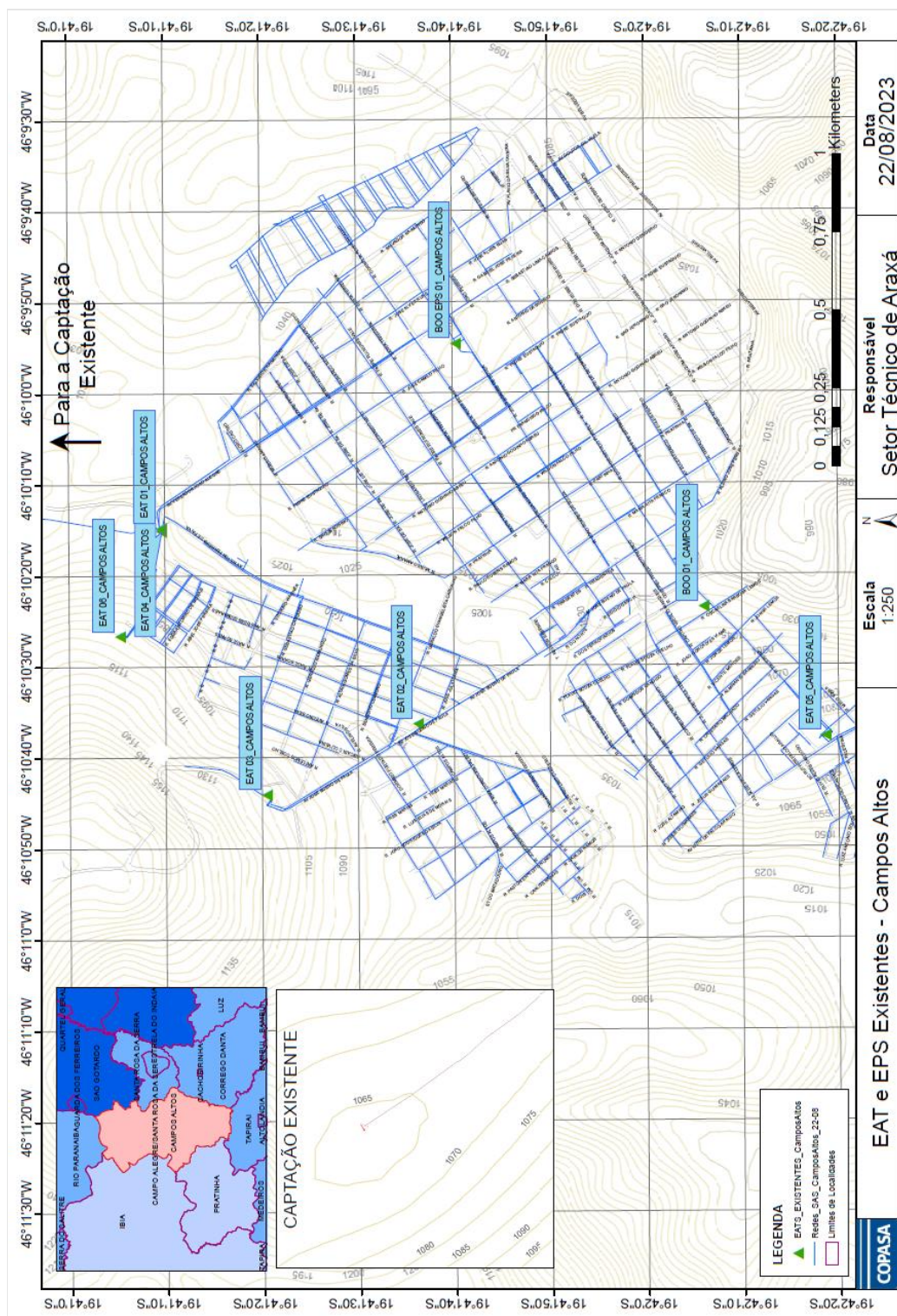
Figura 61- Projeto padrão da EAT 07



Fonte: COPASA MG, 2023

Após a implantação da EAT07 e do RAP08, serão desativadas a EAT 02, a EAT05 e o booster 01. Na Figura 62 é apresentada a localização georreferenciada das elevatórias.

Figura 62 – Elevatórias de água tratada georreferenciadas



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

Na localidade de São Jerônimo dos Poções, atualmente, não há tratamento de

água, sendo realizada distribuição de água bruta.

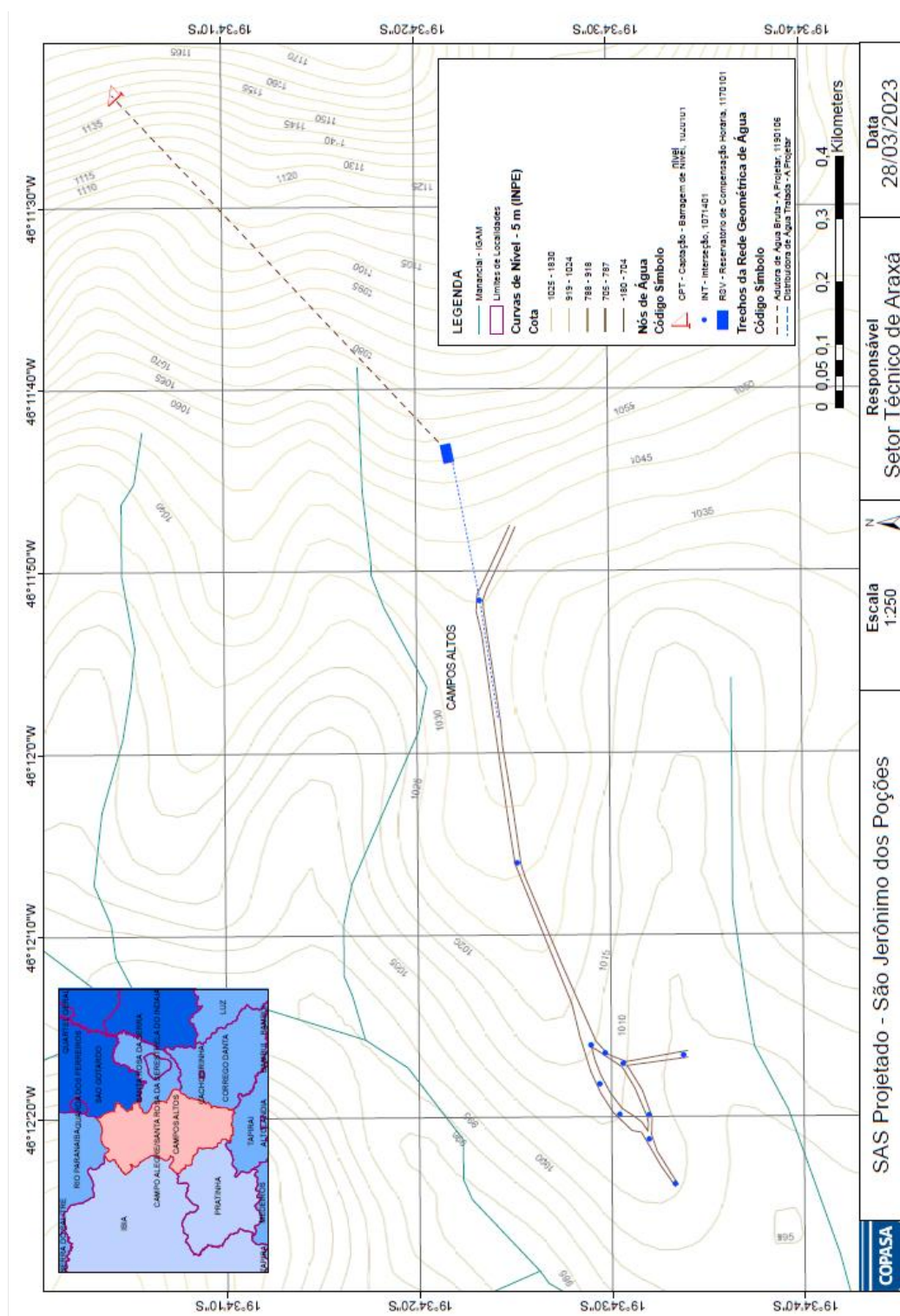
Será implantado sistema de tratamento simplificado, nas coordenadas latitude 19°34'21.72" S e longitude 46°11'43.38" O, com capacidade de tratamento de 1 L/s. A adução de água bruta será por gravidade, assim como a distribuição de água tratada, portanto não estão previstas estações elevatórias. Na Figura 63 e Figura 64 é mostrado o ponto para implantação da casa de química e da Unidade de Tratamento Simplificado (UTS), composta pelos processos de cloração, fluoretação e correção de pH, propostos para São Jerônimo dos Poções.

Figura 63 – Localização do tratamento simplificado a ser implantado



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

Figura 64 – Sistema de abastecimento de água em São Jerônimo dos Poções



Fonte: COPASA MG, 2023

2) Descrição física das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água

i. Sede Municipal

Descrição ETA

Atualmente, o município de Campos Altos dispõe de única estação de tratamento de água. A água bruta chega por gravidade até a ETA convencional, construída em concreto armado, a qual possui capacidade nominal de 47,9 L/s, operando com vazão média de 46 L/s e tempo de funcionamento médio de 16 h/dia. Possui válvula controladora de fluxo na chegada da ETA, instalada antes da Calha Parshall de 3”.

A Calha Parshall é utilizada para medir, com auxílio de uma régua, a vazão de entrada e saída em estações de tratamento. A medição acontece em conduto livre, onde o regime fluvial da vazão é submetido a um regime crítico, permitindo que seja obtida relação entre a altura do fluido na calha e a vazão.

A ETA Campos Altos possui, ainda, um macromedidor eletromagnético na saída do tratamento, o qual é responsável pela medição de vazão nesse ponto. Esse macromedidor é aferido sob demanda ou conforme programação previamente estabelecida, a fim de permitir a correta aferição da dosagem de produtos químicos, aferir os níveis de autoconsumo de água, volumes aduzidos e distribuídos, além de possibilitar a determinação do índice de perda de água.

A ETA se comunica com os reservatórios por telemetria e o tempo de funcionamento médio é de 16 horas por dia, conforme a demanda de consumo de água. Como a alimentação da ETA é feita por gravidade, em sua entrada, antes da Calha Parshall, há uma válvula controladora de fluxo, cuja abertura e fechamento também está condicionada à demanda de abastecimento de água.

A ETA é composta pelas seguintes unidades: Calha Parshall de 3” em concreto, 01 Floculador hidráulico do tipo chicana, 02 Decantadores alta taxa e 05 Filtros rápidos descendentes do tipo camada dupla areia/antracito e Casa de Química. Na Figura 65 é apresentada foto aérea da unidade.

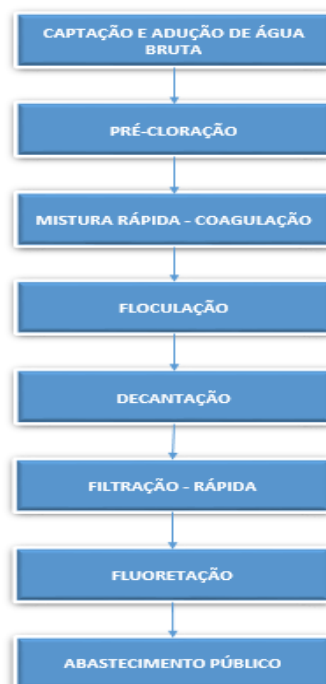
Figura 65 – Vista aérea geral da ETA Campos Altos



Fonte: COPASA MG, 2023

O tratamento do tipo convencional operado nesta ETA abrange as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 66 e descritas nos parágrafos subsequentes. O dimensionamento das unidades de tratamento deve obedecer a Norma ABNT NBR 12216:1992 – Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.

Figura 66 – Fluxograma do processo de tratamento da ETA Campos Altos



Fonte: COPASA MG, 2023

- Pré-cloração – Oxidação/desinfecção

Na ETA Campos Altos promove-se a desinfecção da água com aplicação de hipoclorito de cálcio. Este produto tem a função de eliminar os microrganismos nocivos à saúde, garantindo a qualidade da água também nas redes de distribuição e nos reservatórios. Nesta etapa também ocorre, por meio da aplicação do cloro ou um produto similar, a oxidação do ferro e manganês solúvel que se fizerem presentes dissolvidos na água bruta. Esse procedimento torna os metais insolúveis na água, permitindo que sejam removidos nas etapas seguintes do tratamento.

- Mistura rápida e coagulação

O processo de dosagem e coagulação ocorre na Calha Parshall de 3", conforme ilustrado na Figura 67, na qual utiliza-se de seu ressalto hidráulico para proporcionar a mistura rápida, condição ideal de contato para a coagulação da água. A coagulação é a formação de pequenos coágulos pelo agrupamento de partículas de sujeira em suspensão na água bruta, a partir da aplicação de produtos como o policloreto de alumínio (PAC), o qual é utilizado na ETA de

Campos Altos. Para auxiliar na formação dos coágulos, também é aplicada ao tratamento, solução de hidróxido de sódio.

Figura 67 – Vista da Calha Parshall com os pontos de aplicação dos produtos químicos



Fonte: COPASA MG, 2023

- Floculação

É a formação de flocos de sujeira, a partir da movimentação da água em tanques específicos dentro da ETA. Quando misturados, esses flocos ficam maiores e mais pesados, facilitando a sua remoção.

No caso da ETA Campos Altos, utiliza-se um floculador hidráulico do tipo Chicanas, como mostrado na Figura 68, e com condições hidráulicas conforme Figura 69.

Figura 68 – Vista do floculador



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 69 – Condições hidráulicas do floculador

ROTEIRO PARA CÁLCULO DE PARÂMETROS HIDRÁULICOS EM ETA

FLOCULADOR HIDRÁULICO VÁRIAS SÉRIES

MODELOS ALABAMA OU CHICANAS

VAZÃO DO FLOCULADOR (l/s)
=
46,0

TEMPERATURA ÁGUA °C
=
25

CARACTERÍSTICAS DAS SÉRIES :

1ª SÉRIE
2ª SÉRIE
3ª SÉRIE
4ª SÉRIE

VOLUME DAS CÂMARAS (m³)
=
1,6
1,6
1,6
3,2

NÚMERO DE CÂMARAS (un)
=
8,0
7,0
1,0
10,0

ÁREA DA PASSAGEM (m²)
=
0,083
0,109
0,160
0,128

DIMENSÕES DAS PASSAGENS (m) QUADRADA =
0,29 x 0,29
0,33 x 0,33
0,40 x 0,40
0,36 x 0,36

EQUIVALÊNCIA CIRCULAR =
0,324
0,372
0,451
0,404

PREENCHER OS CAMPOS AO LADO DE ACORDO COM AS MEDIÇÕES EXECUTADAS NA ETA

CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DO FLOCULADOR

1ª SÉRIE
2ª SÉRIE
3ª SÉRIE
4ª SÉRIE

PERDA DE CARGA NA PASSAGEM (m)
=
0,037
0,021
0,010
0,015

PERDA DE CARGA NA SÉRIE (m)
=
0,293
0,148
0,010
0,153

TEMPO DE DETENÇÃO (seg.)
=
278,3
243,5
34,8
695,7

GRADIENTE DE VELOCIDADE (seg.⁻¹)
=
101,2
76,8
52,3
46,2

VELOC. ÁGUA NA PASSAGEM (m/s)
=
0,556
0,422
0,288
0,359

GRADIENTE NA PASSAGEM (seg.⁻¹)
=
87,1
53,8
27,4
40,5

TOTAL
0,603

MINUTOS
20,9

VALORES DE REFERÊNCIA

G: 70 A 10 S-1

TEMPO DET. 20 A 30 MIN.

Fonte: COPASA MG, 2023

○ Decantação

Neste processo, os flocos formados na etapa de floculação acumulam-se no fundo dos tanques pela ação da gravidade, separando-se da água.

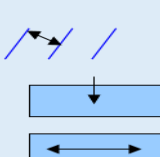
Na ETA Campos Altos, utilizam-se decantadores de alta taxa, do tipo laminar com placas paralelas, conforme ilustrado na Figura 70, os quais operam em perfeitas condições hidráulicas, conforme Figura 71.

Figura 70 – Vista dos Decantadores



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 71 – Condições hidráulicas dos decantadores

ROTEIRO PARA CÁLCULO DE PARÂMETROS HIDRÁULICOS EM ETA			
DECANTADOR LAMINAR DE FLUXO VERTICAL COM PLACAS PARALELAS			
VAZÃO DO DECANTADOR (l/s)	=	46,0	 PREENCHER OS CAMPOS AO LADO DE ACORDO COM AS MEDIÇÕES EXECUTADAS NA ETA
DISTÂNCIA TRANSVERSAL ENTRE PLACAS (cm)	=	5,5	
COMPRIMENTO LONGITUDINAL DAS PLACAS (m)	=	1,20	
LARGURA DAS PLACAS (m)	=	3,94	
NÚMERO DE PLACAS DO DECANTADOR (un)	=	92	
CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DO DECANTADOR			
VELOCIDADE DE ESCOAMENTO DA ÁGUA (m/s)	=	0,0023	
VELOCIDADE DE SEDIMENTAÇÃO (cm/min)	=	1,71	REFERÊNCIA: < 2,43 cm/min.

Fonte: COPASA MG, 2023

○ Filtração

Para garantir ainda mais a sua qualidade, a água passa por filtros especiais, com o objetivo de eliminar qualquer impureza que tenha remanescido após as outras etapas de tratamento.

A ETA Campos Altos possui cinco filtros de filtração rápida de fluxo descendente, conforme Figura 72, compostos por camadas de cascalho, areia e antracito.

Figura 72 – Vista dos filtros



Fonte: COPASA MG, 2023

Observa-se na Figura 73, que os filtros operam em condições hidráulicas ideais.

Figura 73 – Condições hidráulicas dos filtros

ROTEIRO PARA CÁLCULO DE PARÂMETROS HIDRÁULICOS EM ETA														
FILTROS RÁPIDOS														
TIPO:	2	1 = AREIA SIMPLES 2= AREIA E ANTRACITO												
VAZÃO DA ETA (l/s)	=	46,0	PREENCHER OS CAMPOS AO LADO DE ACORDO COM AS MEDIÇÕES EXECUTADAS NA ETA											
NÚMERO DE FILTROS (un)	=	5												
ÁREA DO FILTRO (m²)	=	2,85												
VAZÃO DE LAVAGEM DO FILTRO (l/s)	=	46,0												
CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DOS FILTROS														
TAXA DE OPERAÇÃO (m³/m².dia)	=	278,9	NORMAL											
VELOCIDADE ASCENSIONAL (cm/min)	=	96,8	VELOCIDADE NORMAL											
SOBRE TAXA (%)	=	-22,5												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">VALORES REFERÊNCIA</th> </tr> <tr> <th>TIPO FILTRO</th> <th>TAXA OPER</th> <th>VEL ASCENS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AREIA</td> <td>180 m³/m².dia</td> <td rowspan="2">60 a 100 cm/min.</td> </tr> <tr> <td>AREIA E ANTRACITO</td> <td>360 m³/m².dia</td> </tr> </tbody> </table>		VALORES REFERÊNCIA			TIPO FILTRO	TAXA OPER	VEL ASCENS	AREIA	180 m³/m².dia	60 a 100 cm/min.	AREIA E ANTRACITO	360 m³/m².dia
VALORES REFERÊNCIA														
TIPO FILTRO	TAXA OPER	VEL ASCENS												
AREIA	180 m³/m².dia	60 a 100 cm/min.												
AREIA E ANTRACITO	360 m³/m².dia													

Fonte: COPASA MG, 2023

- Fluoretação

Para auxiliar no combate às cáries da população a COPASA MG dosa composto de flúor na água já tratada, conforme Resolução CONAMA 357/2005.

Na ETA Campos Altos a fluoretação é feita com aplicação do ácido fluossilícico.

- Tratamento do lodo.

Atualmente, a ETA Campos Altos não dispõe de sistema de tratamento de lodo para resíduos provenientes do processo de tratamento de água, sendo o descarte feito na rede pluvial.

- Produtos químicos

Todos os produtos químicos são aplicados por bombas dosadoras e suas dosagens médias compreendem:

- Coagulante: policloreto de alumínio sem diluição, com consumo de 3.000 Kg/mês.
- Alcalinizante de reação: hidróxido de sódio diluído a 10%, com consumo de 700 Kg/mês.
- Desinfetante: hipoclorito de cálcio, diluído a 4%, com consumo de 550 Kg/mês.
- Fluoretação: ácido fluossilícico sem diluição, com consumo de 350 Kg/mês.

- Estruturas de Apoio

- Casa de química

A ETA Campos Altos possui casa de química, conforme mostrado da Figura 74 a Figura 77, onde são acondicionadas as bombonas de hipoclorito de cálcio e sacarias de hidróxido de sódio. Anexa ao depósito, encontra-se a sala de dosagens, onde são preparadas as soluções de desinfetante/oxidante, alcalinizante de reação e fluoretante para posterior aplicação no tratamento.

Figura 74 – Estocagem de produtos químicos



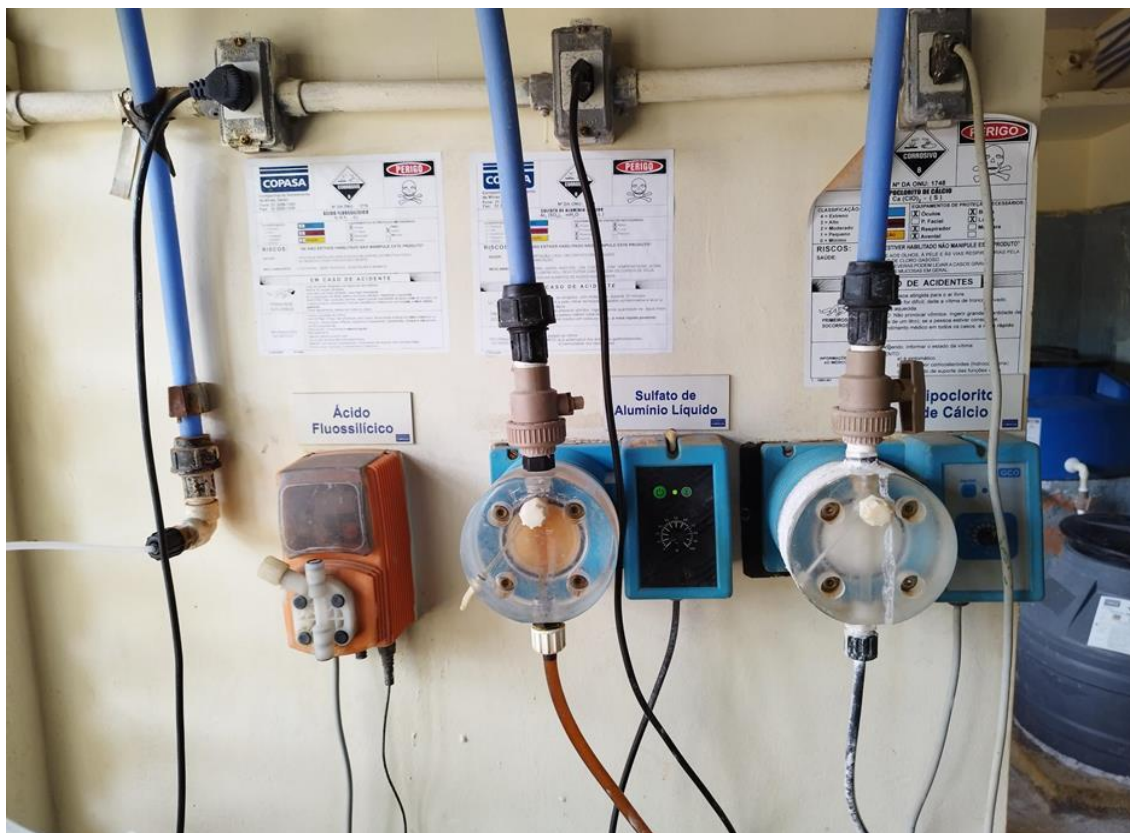
Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 75 – Sala de preparo de soluções



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 76 – Sala de dosagens



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 77 – Sala de dosagens



Fonte: COPASA MG, 2023

Os demais produtos químicos estão dispostos na área externa, em reservatórios

que estão instalados dentro de bacias de contenção, a fim de evitar danos ambientais. O policloreto de alumínio é armazenado em um reservatório de 15.000 litros e o ácido fluossilícico em reservatório de 1000 litros, conforme Figura 78.

Figura 78 – Reservatório de contenção em caso de vazamento de produto químico



Fonte: COPASA MG, 2023

- Laboratório

A ETA Campos Altos dispõe de laboratório de controle operacional com equipamentos de bancada, conforme mostra Figura 79 , com os quais são realizadas partes das análises para cumprimento dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888 de 04 de Maio de 2021 – Anexo 13 do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5 de 2017.

O laboratório dispõe, ainda, de equipamentos de processo, tais como turbidímetro e medidor de pH conforme Figura 79 e Figura 80, equipamento Jar test, conforme Figura 81, além de coletor automático de amostra.

Figura 79 – Equipamentos laboratório



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 80 – Equipamentos de processo



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 81 – Equipamento Jar test



Fonte: COPASA MG, 2023

Para atendimento aos demais parâmetros estabelecidos na Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021, a unidade de Campos Altos conta com o apoio de outros dois laboratórios, sendo um localizado em Belo Horizonte (Laboratório Central) e outro em Araxá (Laboratório Regional Oeste).

- Estrutura elétrica e iluminação

A ETA dispõe de rede elétrica disponibilizada pela concessionária local, CEMIG. A área dispõe de iluminação no seu entorno, bem como na área operacional, conforme evidenciado na Figura 82.

Figura 82 – Padrão de energia elétrica (CEMIG) e postes de iluminação distribuídos no pátio da ETA



Fonte: COPASA MG, 2023

Para atendimento emergencial em caso da falta de energia, esta Estação de Tratamento de Água conta com apoio de gerador de energia, ilustrado na Figura 83.

Figura 83 – Gerador de energia



Fonte: COPASA MG, 2023

- Qualidade de água

A ETA Campos Altos possui controle operacional de todos os parâmetros diários previstos pela Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021 para saída do tratamento, bem como monitoramento semanal dos parâmetros bacteriológico e físico-químico para saída do tratamento e rede de distribuição. As Figuras 84 e 85 ilustram os registros de qualidade de água bruta e tratada.

Figura 84 – Registro de qualidade de água bruta, decantada, filtrada e tratada
(01/03/2023)

[illegible]

Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 85 – Registros de qualidade de água da saída do tratamento e rede de distribuição (08/03/2023 e 10/03/2023)



Fonte: COPASA MG, 2023

A amostragem de registros de operação dos últimos 6 meses, conforme Figura 86, permite identificação do alcance dos indicadores de qualidade da água tratada e distribuída, controlados pelas atividades de rotina na operação da ETA Campos Altos.

Figura 86 – Registro do indicador QUAG (09/2022 a 02/2023)

Mes/Ano	Índice de Qualidade do tratamento	Índice de qualidade Físico-química na distribuição	Índice da Integridade Sanitária da Rede de Distribuição	Índice de Frequência de Amostragem	Qualidade da Água (%)	Nível Qualidade da Água Localidade
Set/2022	97,80	98,45	100,00	100,00	98,59	3,00
Out/2022	98,40	100,00	100,00	100,00	99,20	3,00
Nov/2022	99,50	100,00	100,00	100,00	99,75	3,00
Dez/2022	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	3,00
Jan/2023	99,90	100,00	100,00	100,00	99,95	3,00
Fev/2023	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	3,00

Fonte: COPASA MG, 2023

Em 2022 foram realizadas as análises mensais, trimestrais e semestrais, conforme preconizado pela Portaria GM/MS nº 888 de 04 de Maio de 2021.

Todos os parâmetros realizados atendem ao valor máximo permitido (VMP) estabelecido pela portaria de potabilidade da água vigente.

- Unidade de Tratamento de Resíduos – UTR – Em fase de implantação

Campos Altos não possui UTR em funcionamento. Os efluentes provenientes do

processo de tratamento de água (floculador, decantadores e filtros), atualmente são lançados em curso de água, córrego Barreiro, sem tratamento prévio.

Para resolução desse passivo, encontra-se em fase de implantação uma UTR, dentro dos limites da área da ETA, nas coordenadas: latitude 19°41'09"S e longitude 46°14'55"O. Na Figura 87 é mostrada localização da UTR e entorno.

Figura 87 – Localização da implantação da UTR e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

A previsão de conclusão da obra é até dezembro de 2023. Nas Figuras 88 a 90 é ilustrada a evolução da obra de implantação da unidade proposta para tratamento do lodo da ETA.

Figura 88 – Locação da UTR



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 89 – Construção da UTR



Fonte: COPASA MG, 2023

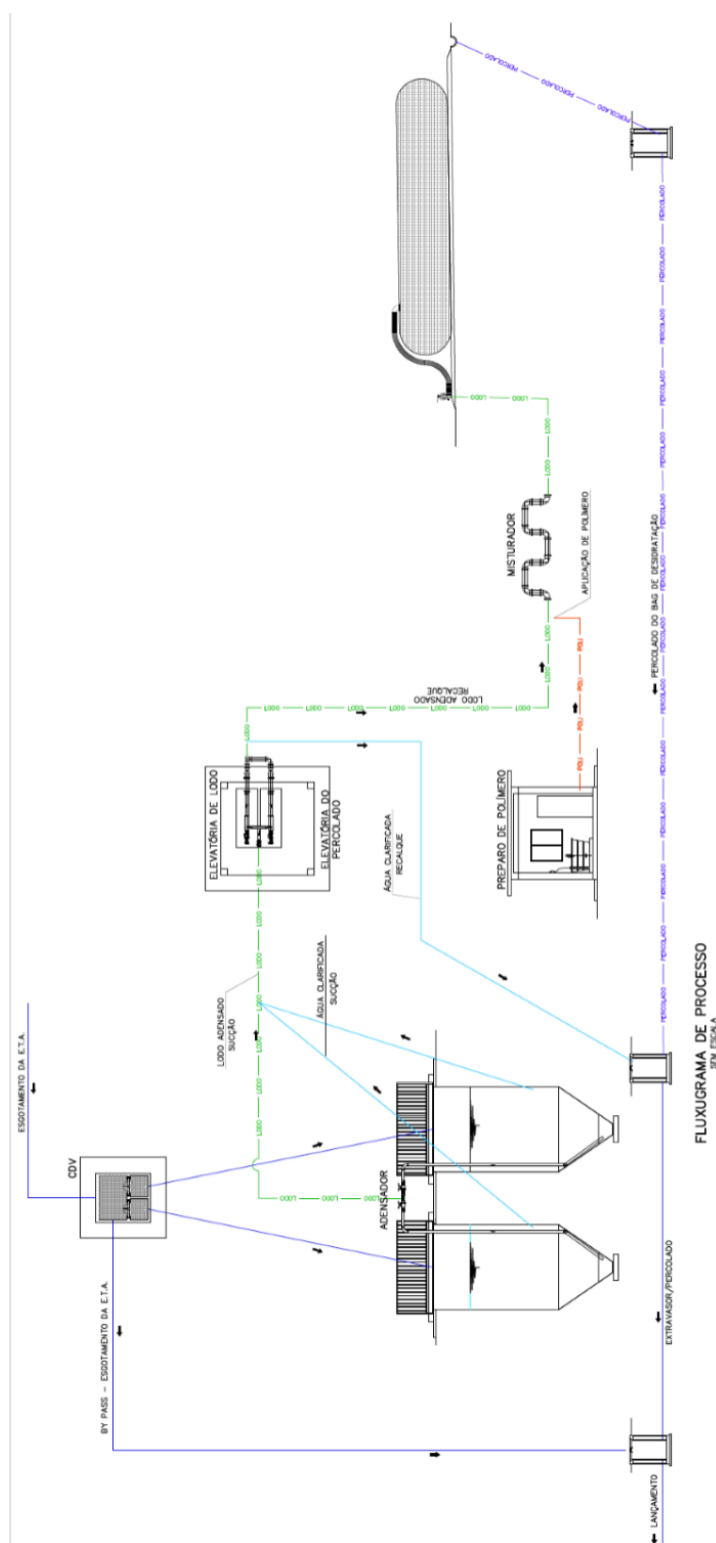
Figura 90 – Construção da UTR



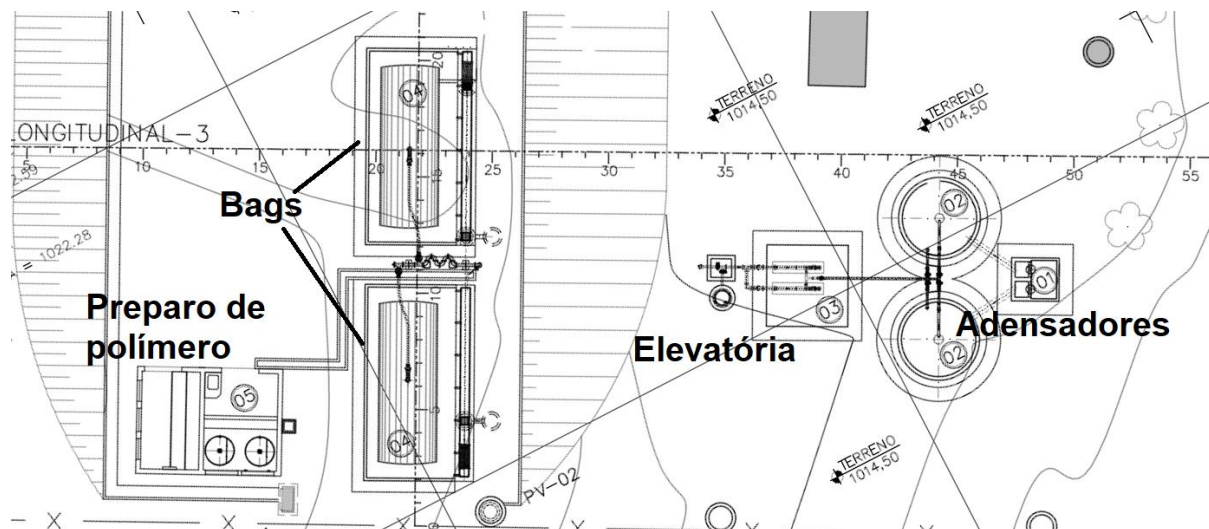
Fonte: COPASA MG, 2023

A Figura 91 e Figura 92 ilustram a unidade proposta para tratamento do lodo da ETA sede.

Figura 91 – Fluxograma de processo da UTR



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 92 – Projeto similar de UTR

Fonte: COPASA MG, 2023

Elevatórias existentes

EAT01 – Possui dois conjuntos motobombas do tipo horizontal com potência de 25CV cada, funcionando alternados, sendo um reserva. O sistema de acionamento é por autotransformador de partida e a sala de máquinas é compartilhada com a EAT02. Na Figura 93 são evidenciados os painéis e conjuntos motobombas instalados na EAT01 e EAT04.

Figura 93 – Painéis e conjuntos motobomba da EAT01 e EAT04



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT02 – Possui dois conjuntos motobomba do tipo horizontal, com potência de 15CV cada, funcionando alternados, sendo um reserva. O sistema de acionamento é do tipo estrela-triângulo e a sala de máquinas compartilhada com a EAT01. Na Figura 94 são evidenciados o painel e conjuntos motobombas instalados na EAT02. Após a implantação do RAP08 e da EAT07, unidades projetadas, a EAT02 será desativada.

Figura 94 – Painel e conjuntos motobomba da EAT 02



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT03 – Possui um conjunto motobomba do tipo horizontal com potência de 7,5CV e sistema de acionamento por autotransformador. Essa unidade não conta com um conjunto motobomba reserva instalado, pois opera apenas em função do abastecimento do Santuário de Nossa Senhora Aparecida. Na Figura 95 é mostrado o conjunto motobomba instalado na EAT03.

Figura 95 – Conjunto motobomba da EAT 03



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT04 – Possui dois conjuntos motobombas, do tipo horizontal com potência de 10CV cada, funcionando alternados, sendo um reserva com sistema de acionamento do tipo Soft Starter. Na Figura 96 são mostrados os conjuntos motobomba instalados na EAT04.

Figura 96 – Conjunto motobomba da EAT 04



Fonte: COPASA MG, 2023

EPS01 – Possui um conjunto motobomba do tipo submerso com potência de 6CV e acionamento por partida direta. Na Figura 97 e Figura 98 são evidenciados o painel e o conjunto motobomba instalado na Estação Pressurizadora (EPS01).

Figura 97 – Vista externa da EPS01



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 98 – Painel da EPS01



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT05 – Possui um conjunto motobomba do tipo submerso com potência de 6CV e acionamento por partida direta. Na Figura 99 é mostrado o conjunto motobomba instalado na EAT05. Após a implantação do RAP08 e da EAT07, unidades

projetadas, a EAT05 será desativada.

Figura 99 – Conjunto motobomba da EAT 05



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT06 – Possui dois conjuntos motobomba do tipo horizontal de 1,5 CV de potência funcionando alternados sendo um reserva e com acionamento por partida direta. Na Figura 100 é mostrado o conjunto motobomba instalado na EAT06.

Figura 100 – Conjunto motobomba da EAT 06



Fonte: COPASA MG, 2023

Booster 01 – Possui dois conjuntos motobomba do tipo horizontal de 7,5 CV de potência e com acionamento por estrela-triângulo. Na Figura 101 é mostrado o conjunto motobomba instalado no booster 01 e na Figura 102 o acesso para entrada na unidade. Após a implantação do RAP08 e da EAT07, unidades projetadas, o Booster 01 será desativado.

Figura 101 – Conjunto motobomba do Booster 01



Fonte: COPASA MG, 2023

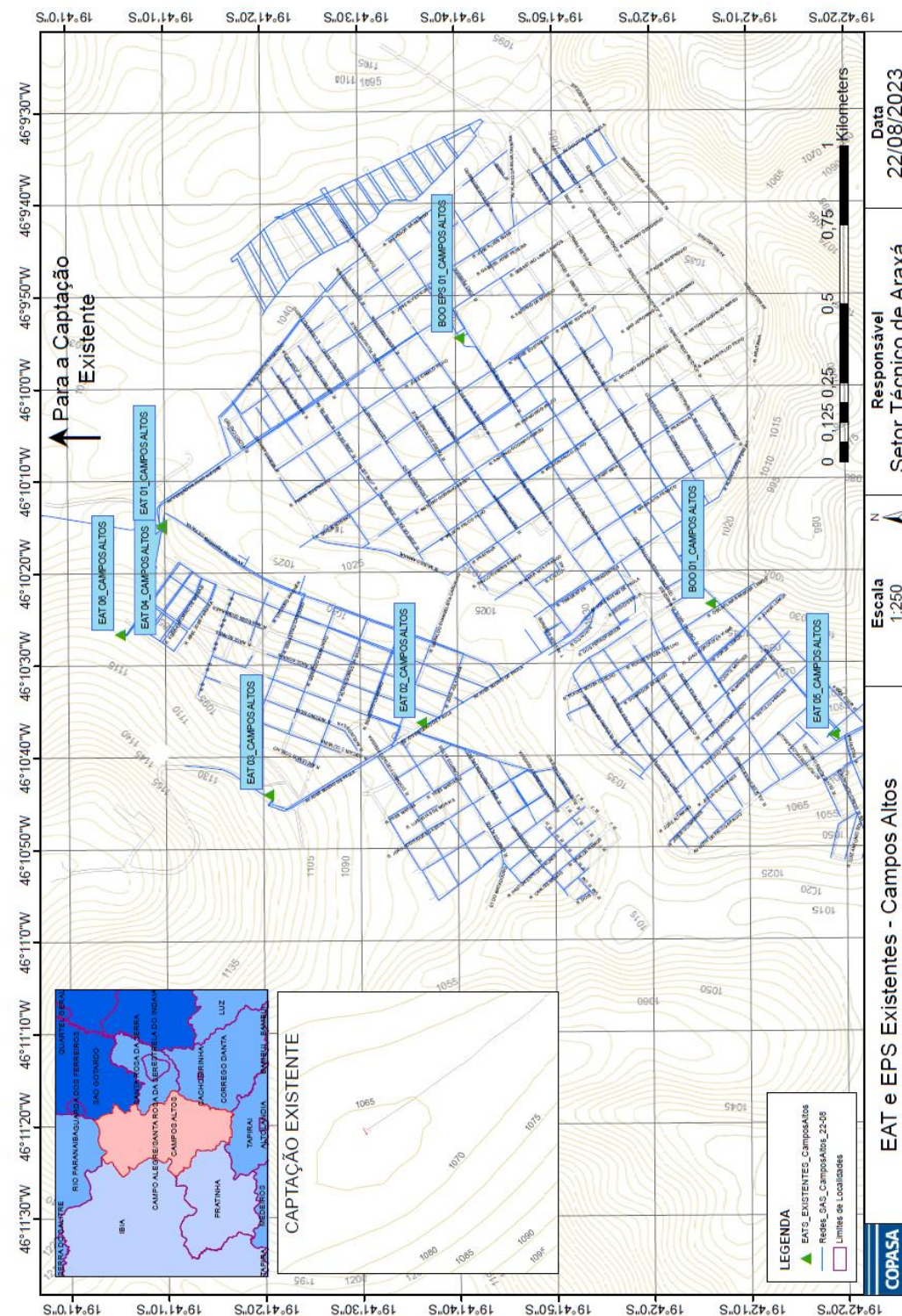
Figura 102 – Acesso à EAT 08



Fonte: COPASA MG, 2023

Na Figura 103 é mostrada a localização georreferenciada das elevatórias.

Figura 103 – EATs existentes



Fonte: COPASA MG, 2023

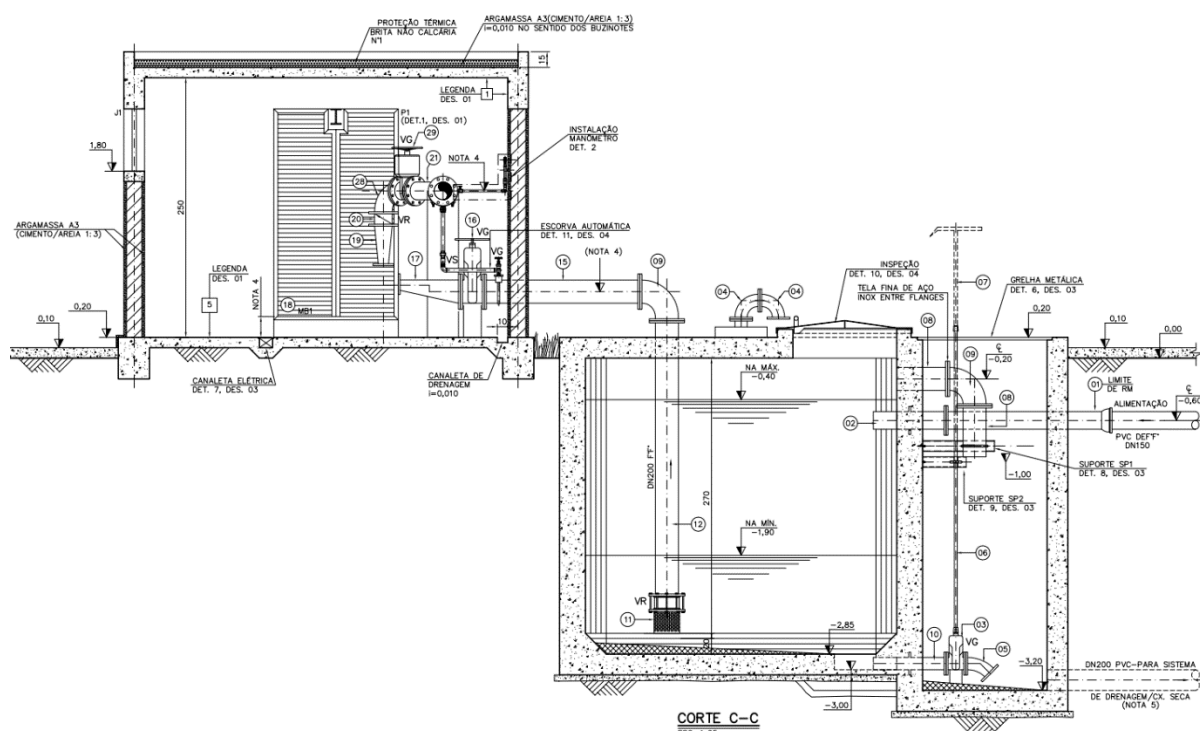
Elevatórias propostas

EAT07 – RAP08 de 400m³

Para melhoria na setorização e distribuição de água tratada, além da implantação do RAP08 de 400 m³, será implantada EAT07, de 40CV, para alimentação do novo reservatório. Esta elevatória será construída nos limites da área da ETA e o tempo de funcionamento previsto é de 16 horas por dia.

A Figura 104 ilustra um projeto padrão similar utilizado pela COPASA MG.

Figura 104 – Projeto padrão COPASA MG similar de EAT



Fonte: COPASA MG, 2023

Na Figura 105 é mostrada a localização georreferenciada das elevatórias propostas.

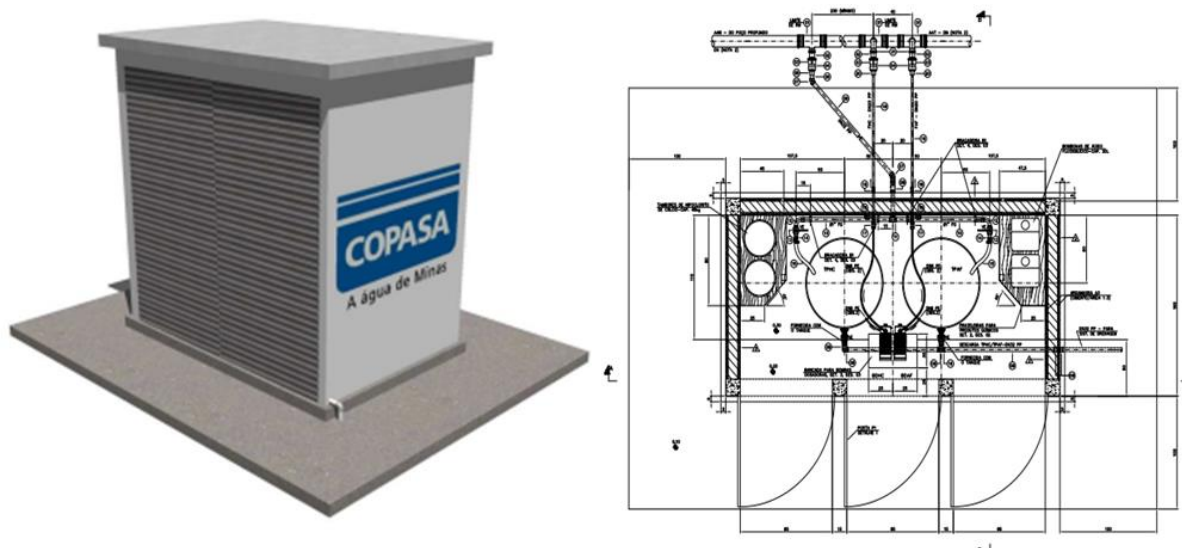
Fonte: COPASA MG, 2023



utilizada como fonte de produção as surgências que já são utilizadas atualmente para abastecimento. Será implantada uma unidade de tratamento simplificado, com utilização dos produtos químicos Hipoclorito de cálcio, Ácido Fluossilícico e Hidróxido de sódio para desinfecção, fluoretação e correção de pH, respectivamente. A aplicação desses produtos químicos será efetuada por bombas dosadoras automatizadas, com a vazão de entrada da unidade de tratamento simplificado.

Para abrigar as bombas dosadoras e tanques para preparo de soluções, será construída casa de química com espaço suficiente para acondicionar três bombas dosadoras, seis caixas para preparo de solução, depósito para produtos químicos e banheiro. A Figura 106 ilustra projeto padrão de uma unidade similar utilizado pela COPASA MG.

Figura 106 – Sistema de Tratamento Simplificado (TPS)



Fonte: COPASA MG, 2023

O monitoramento do processo e controle de qualidade da água será efetuado pelos colaboradores lotados em Campos Altos.

3) Estado de conservação das infraestruturas que serão utilizadas para o abastecimento público de água

i. Sede Municipal

Estação de Tratamento de Água

A ETA convencional de Campos Altos é a única unidade de produção de água tratada da localidade, sendo responsável pelo abastecimento de toda a população urbana de Campos Altos.

Embora haja pequenos reparos estruturais e estéticos a serem feitos, a ETA opera dentro dos padrões de potabilidade, produzindo água tratada dentro dos parâmetros exigidos e deverá ser mantida na nova concepção, necessitando de melhorias para sanar pontos de vazamentos.

A ETA possui, em bom estado de conservação, placas de identificação da unidade e placas de segurança proibindo o acesso de pessoas sem autorização. Os portões de acesso são dotados de cadeado e a unidade é cercada por tela de alambrado, dificultando o acesso de terceiros ao processo de tratamento de água. Na Figura 107 é evidenciado o cercamento e as placas existentes na entrada da unidade.

Figura 107 – Placas de identificação e segurança, cercamento da unidade



Fonte: COPASA MG, 2023

O pátio tem um espaço satisfatório, conforme pode ser visto nas Figuras 108 e

109, facilitando o livre acesso dos operadores, bem como possibilitando o tráfego de veículos para possíveis manutenções, carga e descarga de produtos químicos e circulação de empregados próprios e terceirizados. A pavimentação externa, em blocos hexagonais de concreto, não apresenta irregularidades ou danos que comprometam o acesso de veículos.

Figura 108 – Acesso a ETA



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 109 – Área interna da ETA



Fonte: COPASA MG, 2023

A ETA foi pintada recentemente, porém, há problemas nas edificações, com presença de vazamento nos filtros. A estrutura não está comprometida, mas gera perda de água no processo e redução da vazão distribuída, conforme evidenciado na Figura 110.

Figura 110 – Evidência de vazamento



Fonte: COPASA MG, 2023

O tanque de contato possui 65 m³ e apresenta trincas e vazamentos em sua estrutura. A unidade deverá passar por melhorias para recuperação das estruturas para retirada das trincas e vazamentos, contribuindo para redução de perda de água no processo de tratamento.

O laboratório possui área aproximada de 10 m², atendendo satisfatoriamente, face aos parâmetros analisados no sistema. Carece de melhoria nos armários embaixo da bancada e armários para acondicionar os EPIs. Nesse laboratório, conforme evidenciado da Figura 111 a Figura 113, estão instalados equipamentos de processo, em bom estado de conservação, não automatizados (turbidímetro, medidor de pH e coletor de amostras), limitando o espaço. Com a aquisição de outros equipamentos de processo, permitindo a automação do sistema, esse espaço deverá ser ampliado.

Figura 111 – Equipamentos laboratório



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 112 – Equipamentos de processo



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 113 – Equipamento Jar test



Fonte: COPASA MG, 2023

A casa de química conta ainda com dois depósitos de produtos químicos, conforme Figura 114 e Figura 115, sendo um depósito para produto químico sólido com amplo espaço para estoque de Hidróxido de Sódio e Hipoclorito de Cálcio e um depósito de produto químico líquido, também com boa capacidade e boa estrutura para contenção de produtos químicos em caso de vazamentos. Os produtos químicos são manuseados em área ventilada, com o uso de luvas de proteção adequada, avental em PVC, proteção ocular, proteção respiratória (para gases químicos ou máscara semifacial com filtro contra poeiras) e botas em borracha ou em PVC. Como medida de controle de engenharia, há disponível chuveiro de emergência e lava olhos na área de trabalho.

Figura 114 – Depósito produto químico sólido



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 115 – Depósito produto químico líquido

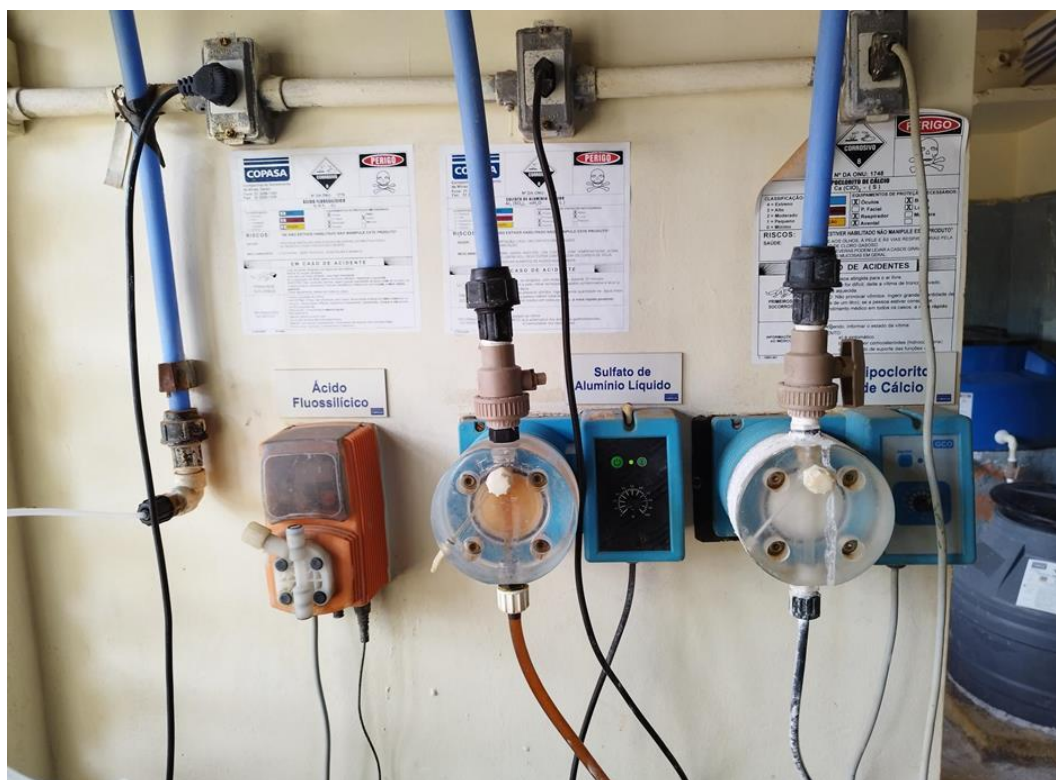


Fonte: COPASA MG, 2023

A sala de preparo e dosagem de produtos químicos possui espaço satisfatório para circulação de ar e de pessoas, entretanto, necessita de conservação

(pintura). As bombas dosadoras utilizadas no processo apresentam bom estado de conservação, conforme Figura 116 e são adequadas e bem dimensionadas ao processo e aos produtos.

Figura 116 – Bombas dosadoras



Fonte: COPASA MG, 2023

A unidade não possui segurança patrimonial por câmeras ou sensor de presença. Os guarda corpos e corrimãos necessitam de pintura e estão fora do padrão normativo ABNT NBR 14718. As grades dos floculadores necessitam de pintura devido ao processo de corrosão. Os tubos de dosagem de produtos químicos estão fixados de maneira improvisada na Calha Parshall, necessitando de melhorias. Para controle do processo de aplicação de dosagens de produtos químicos, a vazão da ETA é medida em sua entrada, através de Calha Parsha, como mostrado na Figura 117, e na saída, por medidores eletromagnéticos, conforme evidenciado na Figura 118.

Figura 117 – Vista da Calha Parshall



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 118 – Vista macromedidor



Fonte: COPASA MG, 2023

A iluminação é satisfatória para trabalhos noturnos e também há boa iluminação natural.

Estado de conservação das Elevatórias de Água Tratada (EAT)

EAT01 – Apresenta pintura deteriorada e falta de dispositivos para monitoramento remoto dos equipamentos, conforme Figura 119. A área da EAT01 é a mesma área da ETA e possui, em bom estado, placas de identificação da unidade e placas de segurança proibindo o acesso de pessoas sem autorização. Os portões de acesso são dotados de cadeado e a unidade é cercada por tela de alambrado, dificultando o acesso de terceiros. A unidade de bombeamento não dispõe de dispositivo antigolpe.

Figura 119 – Necessidade de pintura da EAT01/04



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT02 – Apresenta pintura deteriorada, necessita de manutenção e limpeza da área do entorno, conforme evidenciado na Figura 120. Além disso, o acionamento dos conjuntos motobomba (CMBs) com concepção antiga e falta de dispositivos para monitoramento remoto dos equipamentos. A área possui cercamento em

alambrado e placa de identificação e segurança. Após a implantação da EAT07 e do reservatório apoiado 08 (RAP08), a EAT02 será desativada.

Figura 120 – Área externa da EAT02



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT03 – Apresenta pintura deteriorada e necessita de urbanização, conforme mostrado na Figura 121. Além disso, faltam dispositivos para monitoramento remoto dos equipamentos.

Figura 121 – EAT03 Área externa da elevatória



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT04 – Apresenta pintura deteriorada e falta de dispositivos para monitoramento remoto dos equipamentos, conforme Figura 122. A área da EAT04 é a mesma

área da ETA e possui, em bom estado, placas de identificação da unidade e placas de segurança proibindo o acesso de pessoas sem autorização. Os portões de acesso são dotados de cadeado e a unidade é cercada por tela de alambrado, dificultando o acesso de terceiros.

Figura 122 – Necessidade de pintura da EAT01/04



Fonte: COPASA MG, 2023

EPS01 – Apresenta pintura deteriorada e falta dispositivos para monitoramento remoto dos equipamentos, conforme Figura 123. A área da EPS01 é a mesma do REN01, e a unidade possui placas de identificação, cercamento adequado e avisos de segurança.

Figura 123 – Entorno EPS01



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT05 – Apresenta pintura deteriorada, vazamento nas tubulações, acionamento dos CMBs com concepção antiga e falta de dispositivos para monitoramento remoto dos equipamentos. A área da EAT05 é a mesma do REN03 e REL05, e a unidade possui placa de aviso de segurança e placa de identificação visíveis. Os muros, grades, portões e área em geral também estão em inadequado estado de conservação, necessitando de reforma e limpeza conforme evidenciado na Figura 124. Após a implantação da EAT07 e do RAP08, a EAT05 será desativada.

Figura 124 – Entorno EAT05



Fonte: COPASA MG, 2023

EAT06 – Ausência de pintura, necessidade de limpeza da área e falta de dispositivos para monitoramento remoto dos equipamentos. A área da EAT06 é a

mesma do RAP06 e REL07, possuindo placas de identificação visíveis e dispositivos de proteção contra descargas elétricas. O cercamento em alambrado, grades, portões e área em geral também estão em bom estado de conservação, mas necessitam de pintura, conforme apresentado na Figura 125.

Figura 125 – Situação do entorno EAT06



Fonte: COPASA MG, 2023

Booster 01 – Apresenta pintura deteriorada e falta de dispositivos para monitoramento remoto dos equipamentos, conforme Figura 126 e Figura 127. Após a implantação da EAT07 e do RAP08, o Booster 01 será desativado.

Figura 126 – Booster 01



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 127 – Acesso ao Booster 01



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

Na localidade de São Jerônimo dos Poções não há, atualmente, unidades de tratamento ou estações elevatórias. Em função da localização da captação de água e do local onde está prevista a instalação do reservatório, não será necessária a utilização de elevatórias.

4) Proposição de soluções para os problemas críticos

A seguir constam os principais problemas críticos encontrados na estação de tratamento de água e elevatórias de água tratada, bem como as soluções propostas.

i. Sede Municipal

Considerando as projeções de demandas, alinhadas ao alcance da meta de índice de perdas na distribuição de 25% em 2028, estima-se um volume a ser consumido de aproximadamente 3.550 m³ por dia no ano de 2057. Considerando tempo de funcionamento de 21 horas por dia, uma vazão de 46,9 L/s é suficiente para

atendimento.

Atualmente, a produção de água na ETA em operação é de 46,0 L/s operando em média 16 h/dia e possui capacidade nominal de 47,9 L/s, o que significa dizer que com o aumento no tempo de funcionamento a estrutura presente atenderá às condições futuras de demanda, em termos quantitativos.

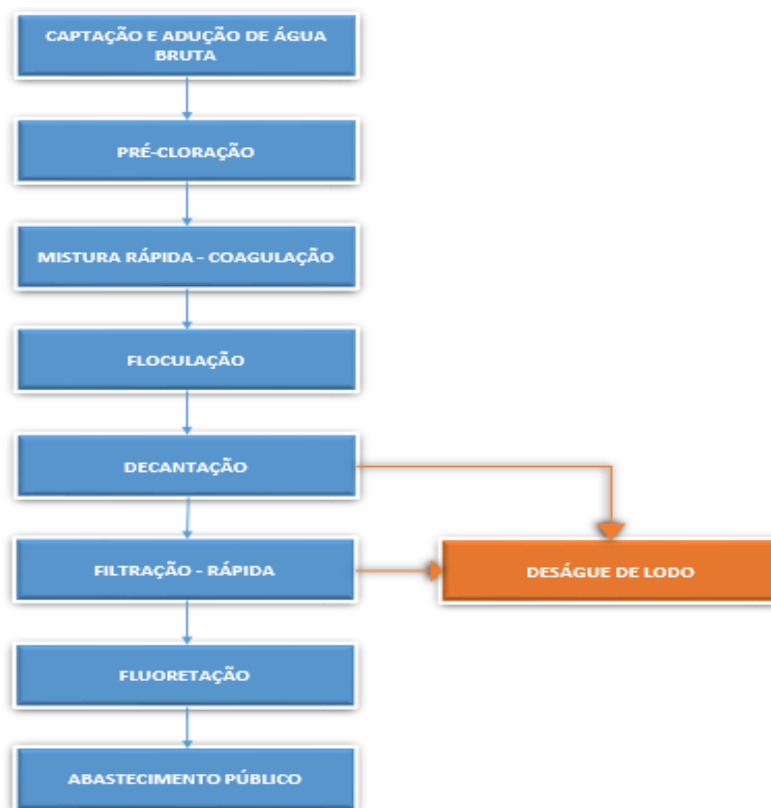
Da mesma forma, atualmente a qualidade da água tratada e distribuída na ETA em operação atende satisfatoriamente aos padrões de qualidade preconizados pela Portaria GM/MS 888 de 04/05/2021. Entretanto, necessita-se de investimentos em tecnologias modernas, com o complemento da automação existente com instalação de equipamentos de processo, como turbidímetro de linha, medidor de pH em linha, e coletor de amostras.

Em relação à estrutura física das unidades, restringe-se à recuperação de pintura, limpeza de áreas, recuperação e/ou instalação de placas de identificação, recuperação com a retirada dos vazamentos.

Para destinação correta dos efluentes provenientes do processo de tratamento da água encontra-se em fase de execução uma UTR. Com essa implantação, os efluentes gerados passarão por tratamento prévio para posterior lançamento em corpo receptor sem prejuízo à qualidade da água bruta.

A Figura 128 apresenta fluxograma proposto para processo de captação, tratamento de água e tratamento dos resíduos do processo.

Figura 128 – Fluxograma proposto



Fonte: COPASA MG, 2023

Na Tabela 18 estão inseridos os problemas críticos para o quesito 1.c.4.i (ETA e EATs) sede.

Tabela 18 – Problemas críticos e respectivas soluções propostas para o abastecimento da sede

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Vazamentos na estrutura de concreto.	Reforma estrutural da ETA e tanque de contato.	Médio
Necessidade de melhorar a automação existente na ETA.	Aquisição de equipamentos de processo.	Curto
Falta de sistema de monitoramento remoto.	Aquisição e instalação de sistema de monitoramento remoto de unidades.	Curto
Ausência de dispositivo antigolpe na EAT01, causando golpe de aríete e rompimentos na adutora de água tratada.	Modernização da unidade com instalação de dispositivo de partida em rampa e válvula de alívio de pressão.	Médio

Fonte: COPASA MG, 2023

Ressalta-se que a EAT 07 será implementada para melhoria das condições operacionais e setorização dos sistemas.

O monitoramento do abastecimento atualmente é feito de forma presencial pelos funcionários do sistema.

Após a execução da reforma das unidades da ETA, será implantado sistema de monitoramento remoto, em conjunto com sistema de automação, que irá fornecer informações sobre as unidades operacionais (reservatórios, elevatórias e boosters) em tempo real no Centro de Controle Operacional. O sistema será implantado de forma integrada, fornecendo informações do sistema de abastecimento da sede e do distrito de São Jerônimo dos Poções.

ii. São Jerônimo dos Poções

No distrito de São Jerônimo dos Poções há a distribuição da água bruta sem tratamento, oriunda das surgências atualmente utilizadas para abastecimento. Para garantir a distribuição de água tratada à população, será implantada uma unidade de tratamento simplificado, com utilização dos produtos químicos Hipoclorito de cálcio, Ácido Fluossilícico e Hidróxido de sódio para desinfecção, fluoretação e correção de pH, respectivamente. A Tabela 19 inclui o problema crítico para o quesito 1.c.4.ii (ETA e EATs), no distrito de São Jerônimo das Poções.

Tabela 19 – Problemas críticos e respectivas soluções propostas para o abastecimento de São Jerônimo dos Poções

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Ausência de tratamento da água distribuída	Implantação de Unidade de Tratamento Simplificado	Curto

Fonte: COPASA MG, 2023

5) Apresentação dos critérios de dimensionamento

Os critérios de dimensionamento para aplicação das melhorias ou manutenção das unidades de tratamento de água existentes, bem como para implantação de Unidade de Tratamento de Resíduos (UTR) e Unidade de Tratamento Simplificado

(UTS) são descritos a seguir.

Tratamento de água superficial – Manutenção da ETA existente.

A ETA atualmente utilizada será mantida, pois, considerando a população estimada no PMSB para o final do período de concessão, ou seja, 2057, a vazão de operação atual poderá atender a essa demanda incremental de consumo, se o tempo de funcionamento for ampliado para 21 horas por dia, o que corresponde a um fator de utilização de 0,87. A Tabela 20 apresenta comparativo entre os cenários que consideram 18 horas e 21 horas de operação da ETA, respectivamente.

Tabela 20 – Projeção demanda Campos Altos conforme população PMSB, com ETA operando 18 horas por dia e 21 horas por dia

Projeção demanda Campos Altos conforme população PMSB							
Ano	População (PMSB)	Consumo per capita	% perda	Tempo operação	Demanda diária (m³)	Vazão (L/s) com a perda	Vazão (L/s) sem a perda
2022	12.783	130	25	18	1662	34,2	25,6
2032	16.080	130	25	18	2090	43,0	32,3
2042	17.710	130	25	18	2302	47,4	35,5
2057	20.469	130	25	18	2661	54,8	41,1

Projeção demanda Campos Altos conforme população PMSB							
Ano	População (PMSB)	Consumo per capita	% perda	Tempo operação	Demanda diária (m³)	Vazão (L/s) com a perda	Vazão (L/s) sem a perda
2022	12.783	130	25	21	1662	29,3	22,0
2032	16.080	130	25	21	2090	36,9	27,7
2042	17.710	130	25	21	2302	40,6	30,5
2057	20.469	130	25	21	2661	46,9	35,2

Fonte: PMSB, 2022

Entretanto, considerando que a população de Campos Altos divulgada no Censo do IBGE de 2010 foi de 14.206 habitantes e que a população divulgada no Censo do IBGE de 2022 foi de 12.979 habitantes, infere-se que há uma tendência de queda, o que é corroborado pela taxa de crescimento geométrica negativa de – 0,75, apresentada no mesmo documento. Visando o atendimento à população em eventuais acréscimos sazonais, considerou-se a população constante ao longo do

período da concessão. Portanto, o sistema dimensionado atenderá a população considerada na proposta.

Foi considerado no cálculo um índice de perdas de 25%, pois a unidade, em função de trabalhos desenvolvidos pela COPASA MG para combate a perdas de água, atingiu, já em 2022, a meta que no PMSB foi estipulada para alcance em 2028.

Outros critérios de dimensionamento:

- Vazão da ETA: 46,9 L/s;
- População de início de plano: conforme censo populacional do IBGE 2022;
- População de fim de plano: premissa adotada pela licitante de estagnação da população ao longo da concessão;
- Consumo per capita fornecido pelo PMSB;
- Tempo de operação de 21 horas/dia;
- Histórico da qualidade da água bruta;
- Gradiente de velocidade na floculação;
- Tempo de detenção hidráulico no floculador;
- Velocidade de sedimentação no decantador, tendo como referência o máximo de 2,43 cm/min;
- Taxa de filtração para filtros rápidos compostos de areia e antracito, considerando um máximo de 360 m³/m².dia;
- Tempo de contato para oxidação e desinfecção;
- Fator de utilização abaixo de 1;
- Qualidade da água pretendida (Portaria GM/MS nº 888 de 04/5/2021);
- Tipos de produtos a serem aplicados;
- Forma de dosagem e controle de produtos químicos;
- Forma de controle e monitoramento da água.

A Normatização referencial para o controle de qualidade da água tratada é a Portaria GM/MS nº 888 de 04/05 de 2021, a qual estabelece os padrões de potabilidade para o consumo humano.

O Decreto nº 76.872/75, da Presidência da República, estabelece que nos sistemas onde não exista Estações de tratamento de água (ETA) deve-se utilizar métodos e processos de fluoretação apropriados, ficando o Ministério da Saúde responsável por estabelecer normas e padrões para a fluoretação em todo o território nacional. O referido Decreto foi regulamentado pela Portaria nº 635 em 26/12 de 1975. Portanto, a aplicação de flúor na água representa exigência legal.

O dimensionamento das unidades de tratamento deve obedecer a Norma ABNT NBR 12216:1992 - Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.

Tratamento de lodo da ETA – Implantação de UTR:

- Vazão da ETA: 46,9 L/s;
- Tempo de operação de 21 horas/dia;
- Geração média de lodo: 25 g/m³ de água tratada;
- Concentração de lodo diluído: 2%;
- Lodo seco produzido: 89 kg/dia;
- Volume de lodo diluído produzido: 4,4m³/dia;
- Avaliação detalhada do layout do terreno e espaço disponível;
- Definição da solução de tratamento;
- Definição das taxas de aplicação para processos de tratamento de lodo.

Estações elevatórias de água tratada

As Estações Elevatórias de Água Tratada serão dimensionadas baseadas na Norma ABNT NBR 12214:1992 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público, que apresenta as condições para a elaboração de projeto de sistema de bombeamento de água. Outras Normas complementares também serão utilizadas como base para dimensionamento:

ABNT NBR 12211 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;

ABNT NBR 12215 – Projeto de adutora de água para abastecimento público;

ABNT NBR 10152 – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a

edificações.

Para determinação das vazões mínimas, médias e máximas de dimensionamento foram considerados os seguintes critérios e parâmetros de dimensionamento:

- Alcance de projeto: 35 anos;
- População da sede e consumo per capita (Sede de Campos Altos);
- K1 = Coeficiente do dia de maior consumo = 1,2;
- K2 = Coeficiente da hora de maior consumo = 1,5.

Tratamento de água surgência São Jerônimo dos Poções – Implantação de UTS:

Vazão de 1,0 L/s;

- Estudo da população em fim de plano e consumo per capita da região;
- Tempo de operação de 8 horas/dia;
- Tempo de contato para oxidação e desinfecção;
- Qualidade da água pretendida (Portaria GM/MS nº 888 de 04/5/2021);
- Tipos de produtos a serem aplicados;
- Forma de dosagem e controle de produtos químicos;
- Forma de controle e monitoramento da água.

O dimensionamento das unidades de tratamento deve obedecer a Norma ABNT NBR 12216:1992 - Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.

1d) Reservação

1) Relação e localização das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água

i. Sede

O distrito Sede do município de Campos Altos (MG) conta atualmente com 7 (sete) reservatórios ativos e atendidos pelo sistema de produção, tendo capacidades variando entre 10 e 340 m³, listados abaixo:

- REN01 – Reservatório enterrado, de concreto armado, com volume de 260 m³. Localizado nas coordenadas latitude 19°41'40.46" S e longitude

46°9'54.86" O, conforme mostrado na Figura 129.

Figura 129 – Localização do REN 01, indicado pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

- REN02 – Reservatório enterrado, de concreto armado, com volume de 90 m³. Localizado nas coordenadas: latitude 19°41'35.99" S e longitude 46°10'36.31" O, conforme evidenciado na Figura 130.

Figura 130 – Localização do REN02, indicado pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

- REN03 – Reservatório enterrado, de concreto armado, com volume de 340m³. Localizado nas coordenadas: latitude 19°42'18.85"S e longitude 46°10'37.99"O, na zona alta, próximo à igreja de São Sebastião, conforme mostrado na Figura 131.

Figura 131 – Localização do REN 03 e REL 05, indicados pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

- RAP04 – Reservatório apoiado, de concreto armado, com volume de 50m³. Localizado nas coordenadas: latitude 19°41'20.98"S e longitude 46°10'44.49"O, na estrada para o Santuário, na parte mais alta do município, conforme apresentado Figura 132.

Figura 132– Localização do RAP04, indicado pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

- REL05 – Reservatório elevado, de aço, com volume de 10m³. Localizado nas coordenadas: latitude 19°42'17.97" S e longitude 46°10'38.19" O, na mesma área do REN03, conforme Figura 131.
- RAP06 – Reservatório apoiado, de concreto armado, com volume de 20m³. Localizado nas coordenadas: latitude 19°41'5.4" S e longitude 46°10'26.33" O, na parte norte da área urbana, a cerca de 350 metros da ETA, conforme apresentado na Figura 133.

Figura 133 – Localização do RAP06 e REL07, indicados pela seta, e entorno



Fonte: COPASA MG, 2023

- REL07 – Reservatório elevado, de aço, com volume de 10m³. Localizado nas coordenadas: latitude 19°41'5.5" S e longitude 46°10'26.9" O, na mesma área do RAP06, conforme Figura 133.
- RAP08 – Reservatório projetado do tipo apoiado, de aço, com volume de 400m³. Localização projetada nas coordenadas: latitude 19°41'10.6" S e longitude 46°10'40.4" O, na rua de acesso ao santuário, conforme Figura 134.

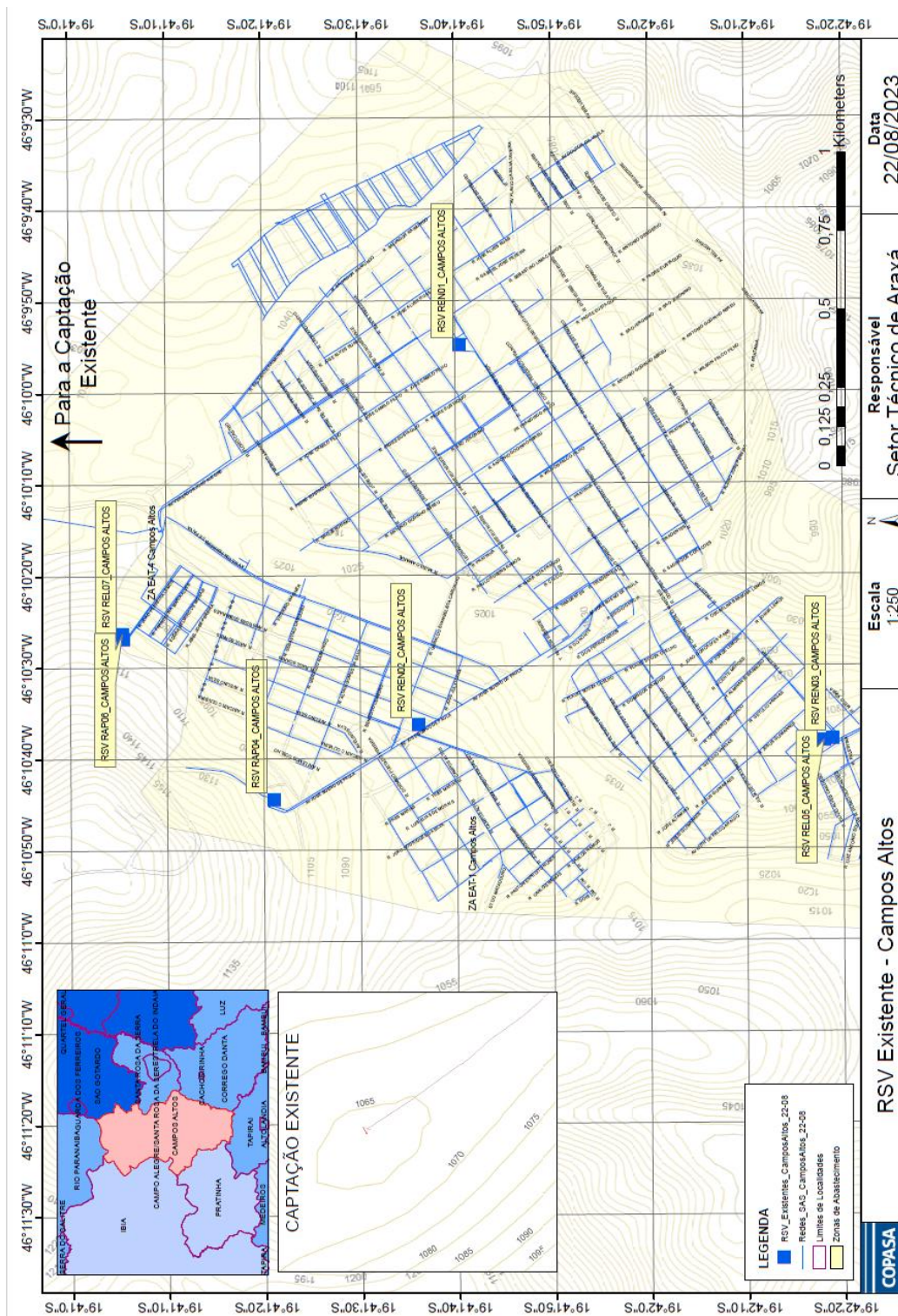
Figura 134 – Local de implantação do RAP08



Fonte: COPASA MG, 2023

Na Figura 135 são apresentadas as localizações de todos os reservatórios existentes, enquanto as Figuras 136 e 137 apresentam também os reservatórios a implantar.

Figura 135 – Localização dos reservatórios existentes



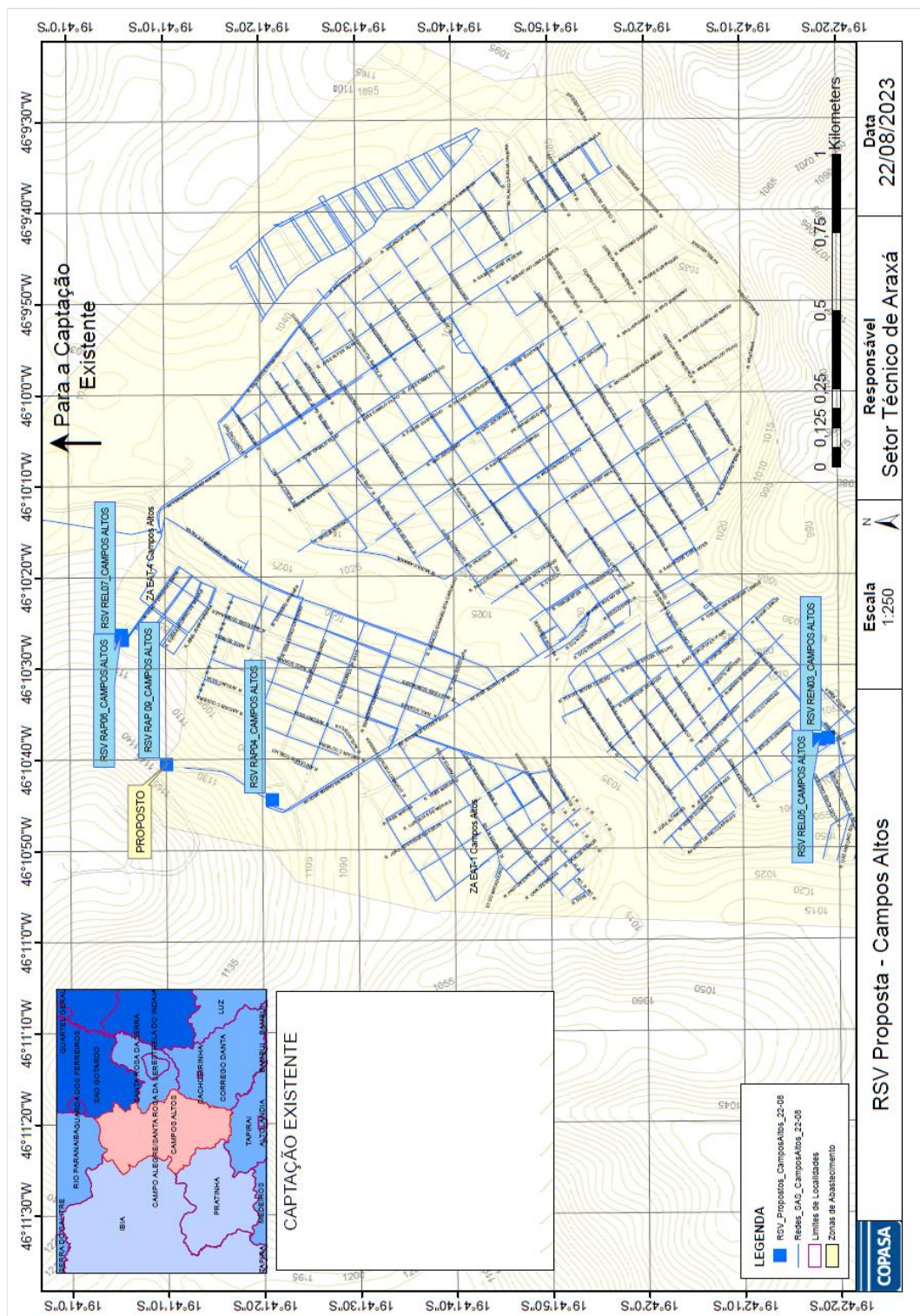
Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 136 – Localização dos reservatórios existentes e projetados



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

Figura 137– Localização dos reservatórios projetados



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

Em São Jerônimo dos Poções existe instalado um reservatório apoiado em fibra,

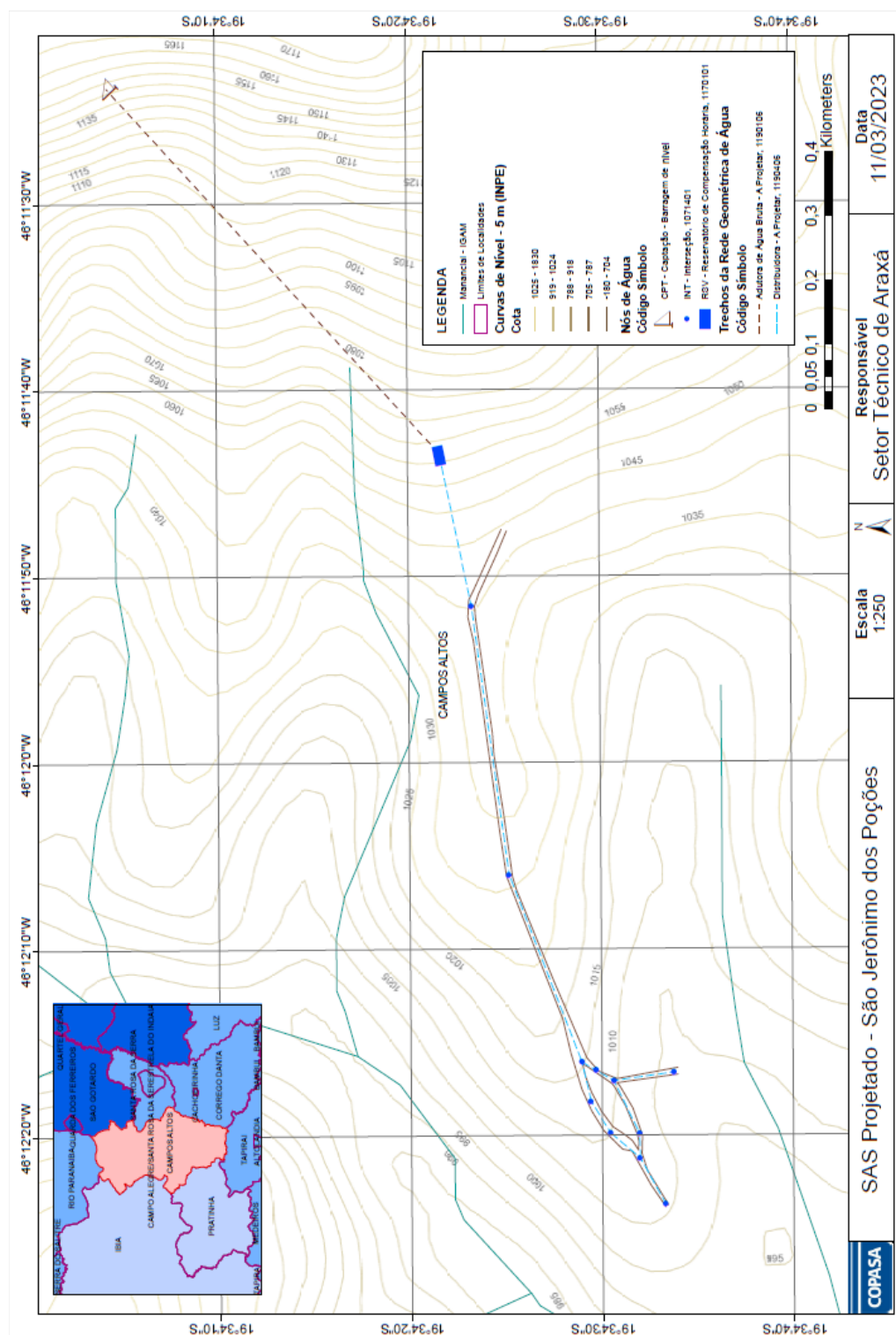
com volume de 10m³. Localizado nas coordenadas: latitude 19°34'21.72"S e longitude 46°11'43.38"O, conforme mostrado nas Figuras 138 e 139. Na mesma área desse reservatório, será implantado outro de mesma capacidade, visando a ampliação da reservação.

Figura 138 – Localização do reservatório de São Jerônimo dos Poções



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023

Figura 139 – Localização georreferenciada do reservatório de São Jerônimo dos Poções



Fonte: COPASA MG, 2023

2) Descrição física das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água

i. Sede

Na Tabela 21 são mostradas as principais características dos reservatórios existentes no sistema de Campos Altos.

Tabela 21 – Principais características SAA sede Campos Altos

Reservatórios existentes							
Reservatório	Tipo	Material	Volume (m3)	Altura útil (m)	Diâmetro (m)	Entrada	Saída
REN01	Enterrado	Concreto	260	3,50	2,70	Recalque	Recalque + gravidade
REN02	Enterrado	Concreto	90	3,30	5,90	Recalque	Recalque
REN03	Enterrado	Concreto	340	3,15	11,70	Booster	Recalque + gravidade
RAP04	Apoiado	Concreto	50	2,80	4,80	Recalque	gravidade
REL05	Elevado	Aço	10	3,10	2,10	Recalque	gravidade
RAP06	Apoiado	Concreto	20	3,50	2,70	Recalque	Recalque + gravidade
REL07	Elevado	Aço	10	3,10	2,10	Recalque	gravidade

Fonte: COPASA MG, 2023

Para substituições de reservatórios que estão em processo avançado de deterioração, e para melhorias na setorização e distribuição de água tratada, foi prevista a implantação de um reservatório na sede municipal, listado na Tabela 22.

Tabela 22 – Reservatórios previstos SAA sede Campos Altos

Reservatórios previstos						
Reservatório	Tipo	Material	Volume (m3)	Localidade	Localização	Previsão de implantação
RAP08	Apoiado	Aço	400	Sede	Rua de acesso ao Santuário	Médio prazo

Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

Em São Jerônimo dos Poções existe um reservatório de fibra apoiado de 10m³ e

será implantado na mesma área do existente, outro reservatório de mesma capacidade, conforme detalhado na Tabela 23 abaixo:

Tabela 23 – Reservatórios previstos SAA São Jerônimo dos Poções

Reservatório	Tipo	Material	Volume (m³)	Localização	Previsão de implantação
Reservatório 01	Apoiado	Fibra	10	Ao lado da estação de tratamento a implantar	Existente
Reservatório 02	Apoiado	Fibra	10	Ao lado da estação de tratamento a implantar	Curto prazo

Fonte: COPASA MG, 2023

3) Estado de conservação das infraestruturas que serão utilizadas para o abastecimento público de água

i. Sede

REN01

O REN01 é abastecido a partir do tanque de contato da ETA pela EAT01. O reservatório em concreto armado, do tipo enterrado, possui forma cilíndrica, e capacidade de armazenamento de 260 m³. A estrutura é antiga, e deverá ser vistoriada para verificação de sua condição estrutural, pois visualmente já apresenta sinais de deterioração, que pode ser observado na Figura 140. A unidade possui placas de identificação, cercamento adequado, avisos de segurança e necessita de pintura, conforme evidenciado da Figura 141 a Figura 143.

A escada interna de acesso deverá ser removida, uma vez que os produtos químicos usados no tratamento danificam sua estrutura com o passar do tempo.

Figura 140 – REN01



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 141 – Cercamento da unidade, placas de identificação e advertência



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 142 – Vista da área interna do REN 01.



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 143 – Vista da área interna REN 01



Fonte: COPASA MG, 2023

REN02

O REN02 abastece o RAP04 a partir da EAT02, localizada dentro da mesma área. O reservatório em concreto armado, do tipo enterrado, possui forma cilíndrica, e capacidade de armazenamento de 90 m³, insuficiente para a demanda local. A estrutura é antiga e visualmente apresenta sinais de deterioração como mofo, trincas e descolamento de reboco, como pode ser observado na Figura 144. A unidade possui placa de aviso de segurança e placa de identificação visíveis. Cercamento em alambrado, portões e área em geral também estão em bom estado de conservação estrutural, mas necessitam de pintura, manutenção e limpeza, conforme evidenciado da Figura 145 a Figura 147. Este reservatório deverá ser desativado após a implantação do RAP08 de 400m³.

Figura 144 – REN 02



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 145 – Cercamento da unidade e placa de identificação



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 146 – REN 02 e cercamento da unidade



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 147– Cercamento da unidade e placa de advertência



Fonte: COPASA MG, 2023

REN03 e REL05

O REN03 abastece o REL05 e estão localizados dentro da mesma área. O REN03 é um reservatório em concreto armado, do tipo enterrado, possui forma cilíndrica e capacidade de armazenamento de 340 m³. A estrutura é antiga e visualmente apresenta sinais de deterioração, como mofo, porém não há sinais de problemas estruturais, conforme mostrado na Figura 148. Já o REL05 é do tipo elevado metálico com 10m³, não apresenta vazamentos, mas a pintura se encontra desgastada, conforme apresentado nas Figura 149 e Figura 150. A unidade possui placa de aviso de segurança e placa de identificação visíveis. Os muros, grades, portões e área em geral também estão em estado de conservação inadequado, necessitando de reforma, limpeza e pintura, como pode ser visto nas Figura 151 e Figura 152.

Figura 148 – REN 03



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 149 – Coluna do REL 05



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 150 – Taça do REL 05



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 151– Cercamento da unidade, placa de identificação e advertência



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 152 – Cercamento da unidade, placa de identificação e advertência



Fonte: COPASA MG, 2023

RAP04

O RAP04 em concreto armado, do tipo apoiado, possui forma cilíndrica e capacidade de armazenamento de 50 m³. A estrutura é antiga e visualmente apresenta sinais de deterioração estrutural das paredes e conexões, como mofo, trincas e vazamentos, como pode ser observado nas Figuras 153 e 154. A área possui cercamento em alambrado e portões em estado satisfatório, necessitando apenas de pintura, manutenção e limpeza, conforme mostrado nas Figuras 155 e 156. Possui placas de aviso de segurança e placa de identificação visíveis. A escada interna de acesso deve ser removida e deve ser executada estrutura contra quedas (guarda-corpo) no local de inspeção do reservatório, conforme NR 18.

Figura 153 – RAP 04



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 154 – RAP 04



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 155 – Vista da área interna do RAP 04



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 156 – Cercamento da unidade



Fonte: COPASA MG, 2023

RAP06 e REL07

O RAP06 abastece o REL07, e estão localizados dentro da mesma área. O RAP06 é um reservatório em concreto armado, do tipo apoiado, possui forma cúbica, e capacidade de armazenamento de 20 m³. A estrutura é recente, sendo um dos últimos reservatórios incorporados ao sistema de Campos Altos, porém já necessita de pintura, como mostrado na Figura 157. A escada interna de acesso deve ser removida e deve ser executada estrutura contra quedas (guarda-corpo)

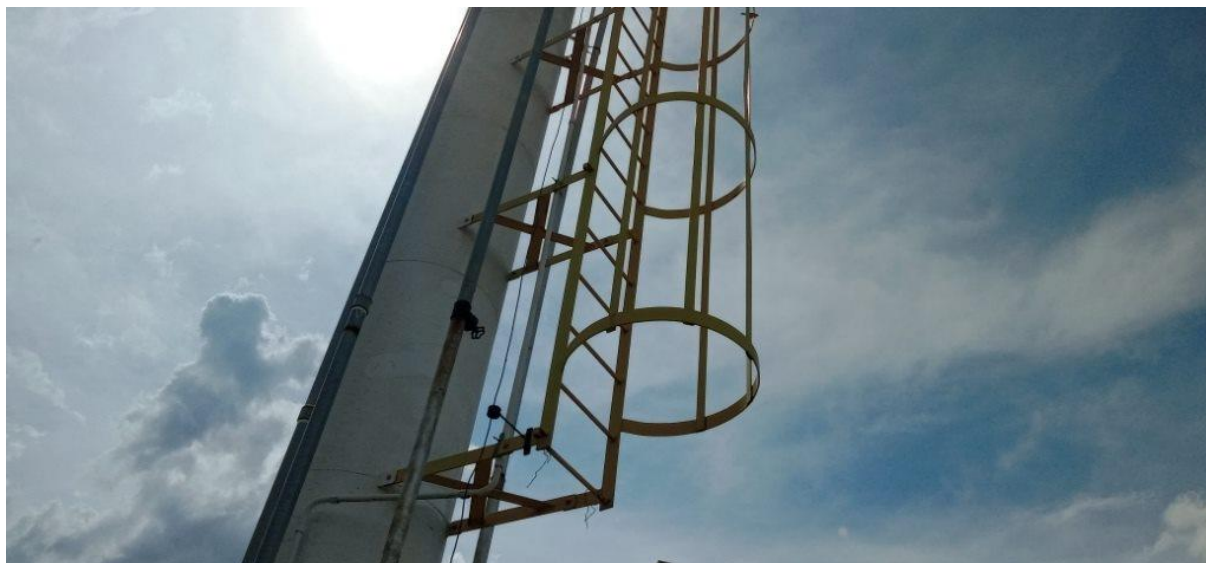
no local de inspeção do reservatório. Já o REL07 é do tipo elevado metálico com 10 m³, implantado após o RAP06, para atendimento da parte mais alta do bairro, e apresenta bom estado de conservação, conforme evidenciado nas Figuras 158 e 159. A unidade de reservação possui placas de identificação visíveis e dispositivos de proteção contra descargas elétricas. O cercamento em alambrado, grades, portões e área em geral também estão em bom estado de conservação, mas necessitam de manutenção de capina e pintura, conforme apresentado nas Figuras 160 e 161.

Figura 157– RAP06



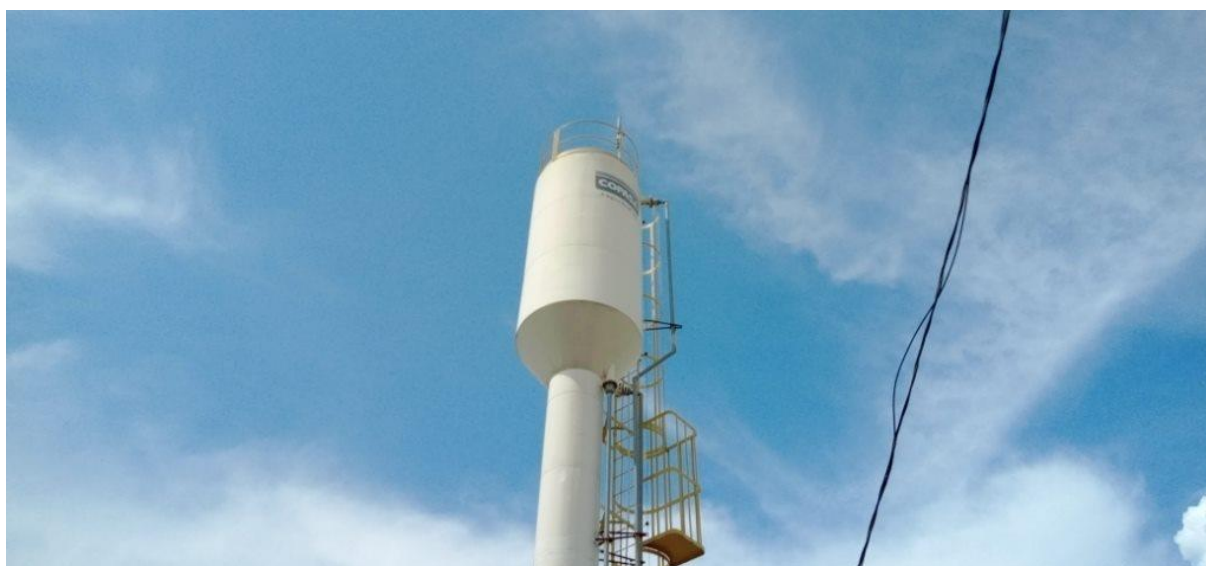
Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 158 – Coluna do REL07



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 159 – Taça do REL07



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 160 – Cercamento da unidade



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 161 – Vista da área interna do RAP06 e REL07



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

O reservatório existente no sistema coletivo de abastecimento de São Jerônimo dos Poções não apresenta sinais de problemas estruturais, portanto será mantido. Porém, será adequada a área e as condições de instalação, pois atualmente o cercamento é inadequado, o reservatório em fibra de vidro está em contato direto com o solo, e não há placas de sinalização e restrição de acesso, conforme evidenciado nas Figuras 162 e 163.

Figura 162 – Reservatório existente de 10m³



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 163 – Reservatório existente de 10 m³.



Fonte: COPASA MG, 2023

Com a implantação do sistema de tratamento e distribuição de água projetado, será implantado, na mesma área, mais um reservatório de 10 m³, com cercamento, placas de identificação, aviso de segurança e todos os dispositivos

de proteção e segurança para os operadores. Na Figura 164 é mostrada a localização do reservatório existente, e onde será implantado o novo reservatório. Adicionalmente, será implementado sistema de monitoramento de níveis dos reservatórios.

Figura 164 – Localização do ponto de implantação do novo reservatório

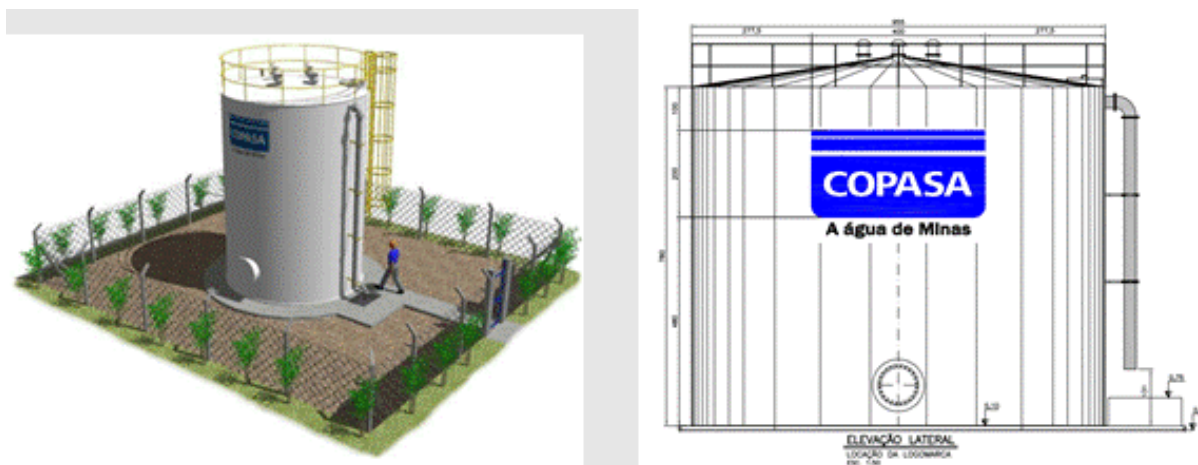


Fonte: COPASA MG, 2023

4) Proposição de soluções para os problemas críticos

Conforme detalhado nos itens anteriores, será implantado um reservatório (RAP08), que além da ampliação da capacidade de reserva total do sistema, irá trazer melhorias na setorização e distribuição de água. A Figura 165 representa reservatório padrão COPASA MG do tipo metálico apoiado.

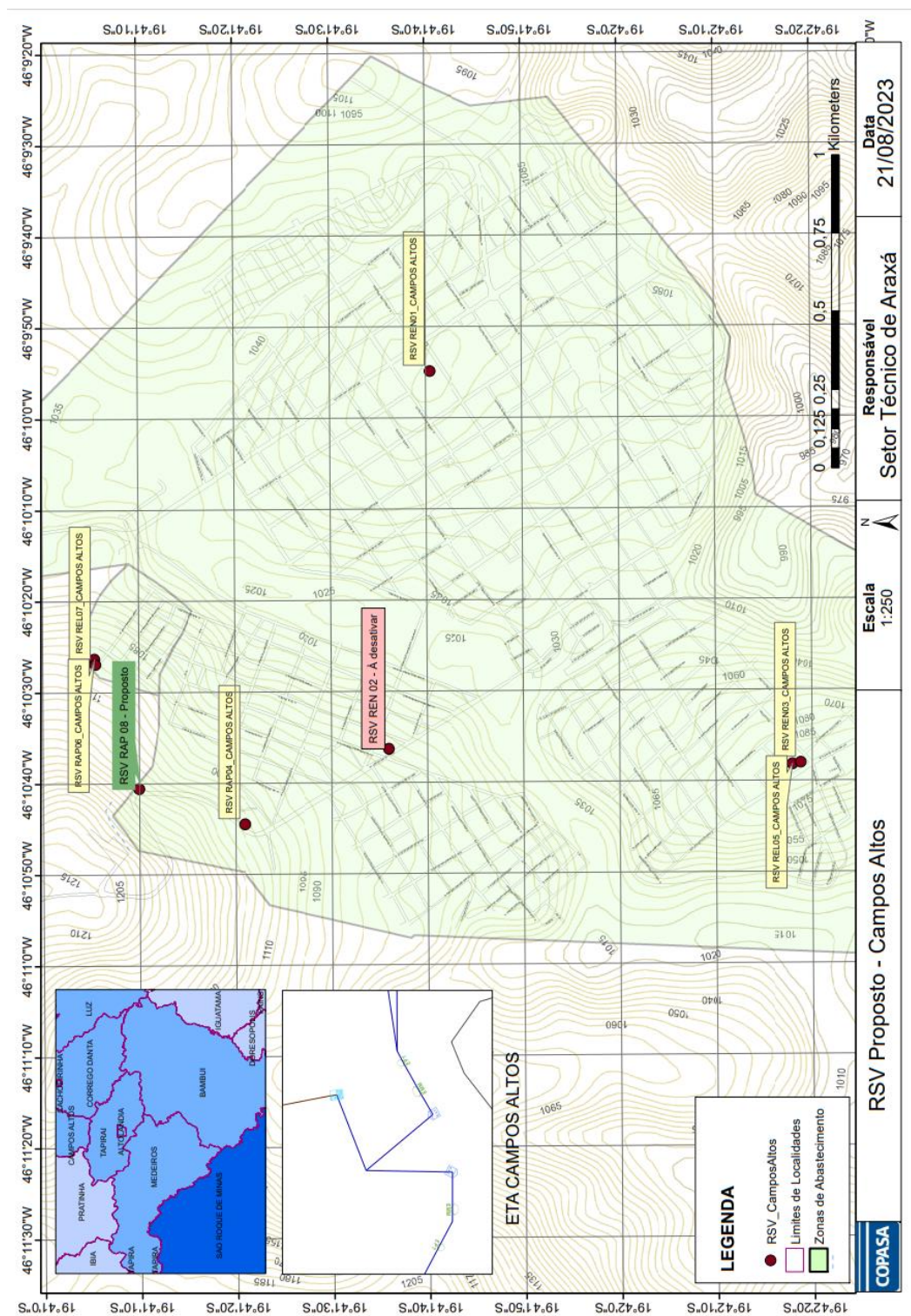
Figura 165 – Projeto padrão COPASA MG similar reservatório apoiado metálico



Fonte: COPASA MG, 2023

Com a implantação deste novo reservatório, será desativado o booster que já se encontra em estado de conservação inadequado. A indicação dos reservatórios é mostrada na Figura 166.

Figura 166 – Localização georreferenciada dos reservatórios da Sede



Fonte: COPASA MG, 2023

i. Sede

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Reservação insuficiente para a abrangência do REN02	Implantação de RAP08 de 400m ³ juntamente com EAT07 e linha de recalque em tubo Ferro Fundido DN 200 visando melhorias na setorização e otimização do abastecimento de água da cidade.	Médio
Reservatórios abastecidos a partir de estações pressurizadas e booster	Eliminação de elevatórias e booster após implantação de RAP08 de 400m ³ .	Médio

Alguns reservatórios e elevatórias apresentam necessidades de manutenção predial, como reparo de trincas, corrosões, pinturas e outras benfeitorias, como capina, iluminação, cercamento e sinalização. Essas melhorias serão feitas continuamente durante todo o prazo da concessão.

ii. São Jerônimo dos Poções

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Necessidade de melhoria da reservação	Implantação de RAP de 10 m ³ , urbanização, cercamento e identificação da área.	Curto
Ausência de sistema de monitoramento de nível do reservatório	Sistema de monitoramento de nível dos reservatórios (existente e proposto)	Curto

5) Apresentação dos critérios de dimensionamento
i. Sede

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento de reservatórios de distribuição foram definidos com base na Norma NBR-12.217 da ABNT.

Na Sede, para o cálculo da capacidade de reservação foi utilizada a premissa de 1/3 da vazão média diária, calculada por:

$$Q_{\text{méd. d.}} = \text{Pop} \times q' / 1.000 \text{ (m}^3/\text{dia)}$$

- $Q_{\text{méd,d}}$: vazão média diária (m³/dia);
- Pop: população do estudo ou da região de abastecimento = 12.979 IBGE (2022);

- q' : consumo per capita com perdas (l/hab.dia).

Considerando índice de perdas de 25% e consumo per capita de 130 l/hab.dia:

$$q' = 173,33 \text{ l/hab.dia}$$

Portanto:

$$Q_{\text{méd. d.}} = 12.979 \times 173,33 / 1.000 = 2.249,6 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$\text{Assim, Volume de reservação requerido} = Q_{\text{méd,d}} / 3 = 749,87 \text{ m}^3$$

Somados os volumes de todos os reservatórios existentes na sede municipal, tem-se atualmente o volume total de 780 m³, atendendo, portanto, à norma supracitada.

Após a implantação dos reservatórios previstos e a inativação dos reservatórios que serão substituídos, o volume de reservação previsto para o ano de 2030 será de 1140 m³.

ii. São Jerônimo dos Poções

Na localidade de São Jerônimo dos Poções, para o cálculo da capacidade de reservação foi utilizada a premissa de 1/3 da vazão máxima diária, calculada por:

$$Q_{\text{máx. d.}} = Pop \times q' \times K1 / 1.000 \text{ (m}^3/\text{dia)}$$

- $Q_{\text{máx,d}}$: vazão máxima diária (m³/dia);
- Pop: população do estudo ou da região de abastecimento = 112 habitantes (2023);
- q' : consumo per capita com perdas (l/hab.dia);
- $k1$: coeficiente de máxima vazão diária = 1,2;

$$q' = 173,33 \text{ l/hab.dia}$$

$$Q_{\text{máx,d}} = 112 \times 173,33 \times 1,2 / 1.000 = 23,29 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$\text{Assim, Volume do reservatório} = Q_{\text{máx,d}} / 3 = 23,29 / 3 = 7,76 \text{ m}^3$$

Desta forma, o reservatório de 10 m³ existente atende ao volume requerido para a localidade.

1e) Redes de Distribuição, Ligações Prediais**1) Avaliação dos aspectos operacionais da infraestrutura que será utilizada para o abastecimento público de água****i. Sede**

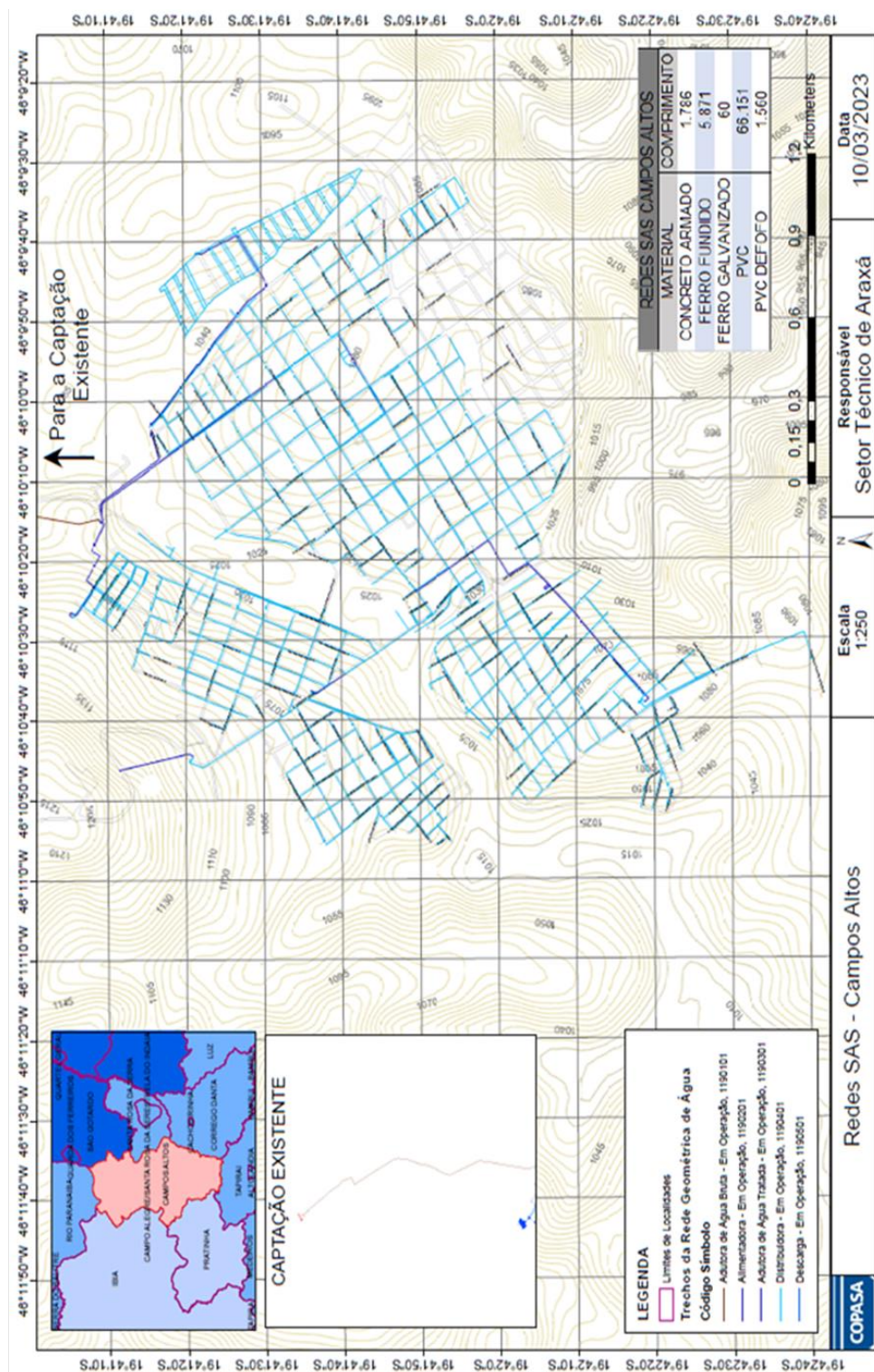
Após a captação no córrego Engenho da Serra e a passagem pela ETA, a água tratada é bombeada para os 7 reservatórios existentes no município, onde é acumulada de forma a garantir o abastecimento contínuo. A água tratada é conduzida pela rede de distribuição até chegar aos reservatórios e imóveis. A topografia do município facilita o fluxo da água e favorece a manutenção das pressões dentro dos limites estabelecidos na norma ABNT NBR 12218.

O sistema de abastecimento de água de Campos Altos é composto por redes de variados tipos, diâmetros e materiais, com trechos específicos que contemplam Adutoras de Água Bruta, Adutoras de Água Tratada e Redes Distribuidoras.

Na malha de rede de distribuição, existem aproximadamente 5.740 metros de rede em Ferro Fundido que apresentam a necessidade de substituição, devido à implantação ter ocorrido há muito tempo e se encontrar em condições prejudiciais à distribuição de água, tanto do ponto de vista de manutenção da qualidade de água distribuída quanto da necessidade de intervenções e reparos para correções de vazamentos. Atualmente são retirados, em média, 16 vazamentos por mês nas redes e remais de água do sistema de abastecimento de água de Campos Altos. Na Figura 167 são apresentadas as redes de distribuição e adutoras existentes e em operação.

Todo o sistema é dividido em dois tipos de zonas, chamadas internamente de Áreas Críticas de Água (AC) e Zonas de Abastecimento (ZA). A primeira diz respeito às áreas de influência dos reservatórios, conforme setorização mostrada na Figura 168, e a segunda refere-se ao plano de macromedicação da localidade, conforme apresentado na Figura 169.

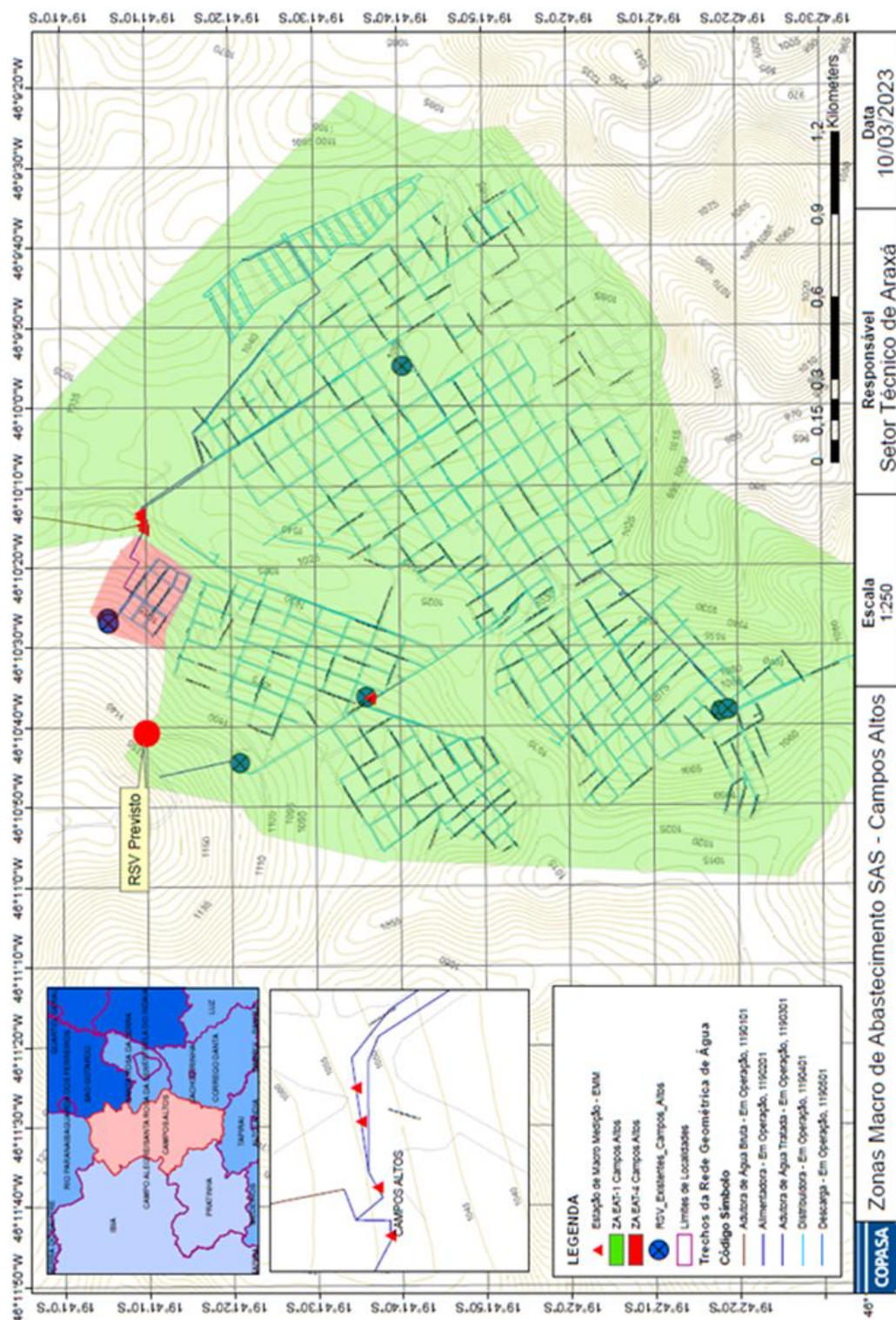
Figura 167 – Mapeamento de redes de Campos Altos



Fonte: COPASA MG, 2023

Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 169 – Zonas de Abastecimento e localização georreferenciada dos reservatórios



Fonte: COPASA MG, 2023

As chamadas Zonas de Abastecimento, por acomodarem um elevado número de

unidades consumidoras e, por consequência, maior volume distribuído, possuem Estações de Macromedição (EMM) em sua entrada, sendo possível medir de forma individualizada seu consumo, fazendo parte de maneira direta da mitigação e controle do indicador de perdas de água na distribuição da localidade.

Devido à setorização existente na rede de distribuição, quando são realizadas manutenções, o abastecimento é interrompido apenas na microrregião da intervenção. Com objetivo de reduzir ainda mais as áreas de controle, de modo a otimizar sua operação e manutenção, serão implantados o reservatório RAP08, a EAT07, 2.660 m de rede de distribuição em PVC DN200 interligando o RAP08 ao REN03 e REL05, além de 2.100m de adutora de água tratada em Ferro Fundido DN200 para interligação da EAT07 ao RAP08.

O sistema possui rotinas de monitoramentos contínuos e orientadas por padrões operacionais que se adequam à realidade do local. Devido à topografia, as pressões locais permanecem dentro dos padrões normativos, com pressão estática máxima de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima de 100 kPa, conforme preconizado na norma ABNT NBR 12218.

O acompanhamento das pressões é realizado de maneira pontual através de manômetros instalados em cavaletes, conforme mostrado Figura 170, sendo realizado de maneira estratégica, quando necessário. Esse monitoramento de pressões permite a redução da quantidade de novos vazamentos e a vazão dos vazamentos existentes, contribuindo assim, para a redução de perdas de água.

Figura 170 – Acompanhamento de pressões nos cavaletes



Fonte: COPASA MG, 2023

A maioria das manutenções realizadas são corretivas, motivadas por vazamentos, pressão dinâmica exercida nas tubulações mais fragilizadas, redes e ramais enterrados em baixa profundidade, danos causados por terceiros ou estado precário da rede.

Para realização dessas manutenções, as vias públicas são interditadas e sinalizadas. Inicialmente, é feita a escavação da vala, reparo da rede e, por fim, reaterro e recomposição do pavimento. Após realização da manutenção, é necessária ainda abertura dos registros de descarga, para eliminação de resíduos que entraram na tubulação. A Figura 171 ilustra os serviços de manutenção em rede de água e recomposição de pavimento.

Figura 171 – Serviço de manutenção em rede de água e recomposição de pavimento



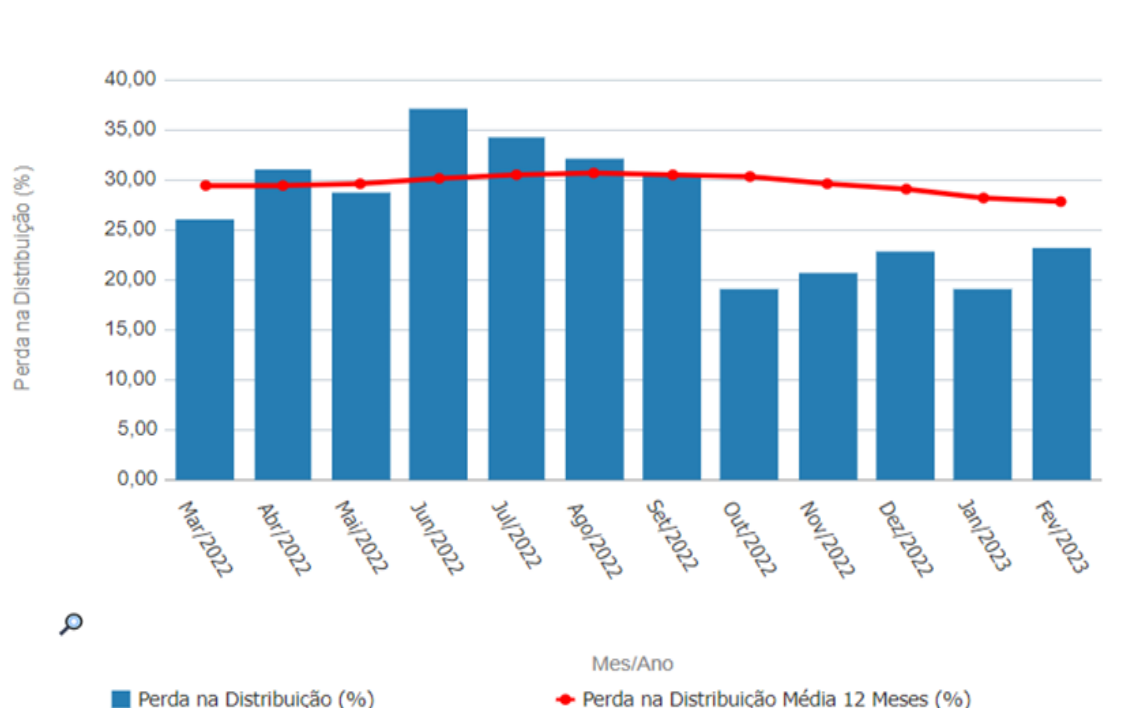
Fonte: COPASA MG, 2023

Um dos principais indicadores de eficiência da operação dos sistemas de abastecimento de água é o índice de perdas. O conceito de perdas nos sistemas de abastecimento de água inclui duas categorias: física ou real e aparente.

Os programas para redução de perdas de água devem considerar sempre a relação entre o valor gerado pelo volume de água economizado e o valor do investimento, tanto em infraestrutura quanto em gestão comercial, realizado para lograr a redução de perdas. A partir de certo nível de perda de água muito reduzido, o custo para a redução da perda de água se torna cada vez maior, pois a economia de água gerada por investimento realizado é cada vez menor.

A redução de perdas, cujo indicador apresenta índice inferior a 25% nos últimos 5 meses, é resultado de um controle operacional do sistema, com acompanhamento e comparação diária entre volumes macro e micromedido. Na Figura 172 é apresentada a evolução do indicador nos últimos 12 meses.

Figura 172 – Perda em percentual últimos 12 meses



Fonte: COPASA MG, 2023

Para confiabilidade das informações, 100% do volume disponibilizado e consumido é medido, não tendo nenhuma parcela de volume estimado. Para alcance do resultado inferior à meta estipulada pelo PMSB, que é de 25% para o ano de 2028, são realizadas pesquisas de vazamentos ocultos em redes e ramais, utilizando instrumentos como hastes de escuta e geofone, conforme ilustrado na Figura 173. Assim que identificados, os vazamentos são sanados.

Figura 173 – Pesquisa de vazamento com haste de escuta



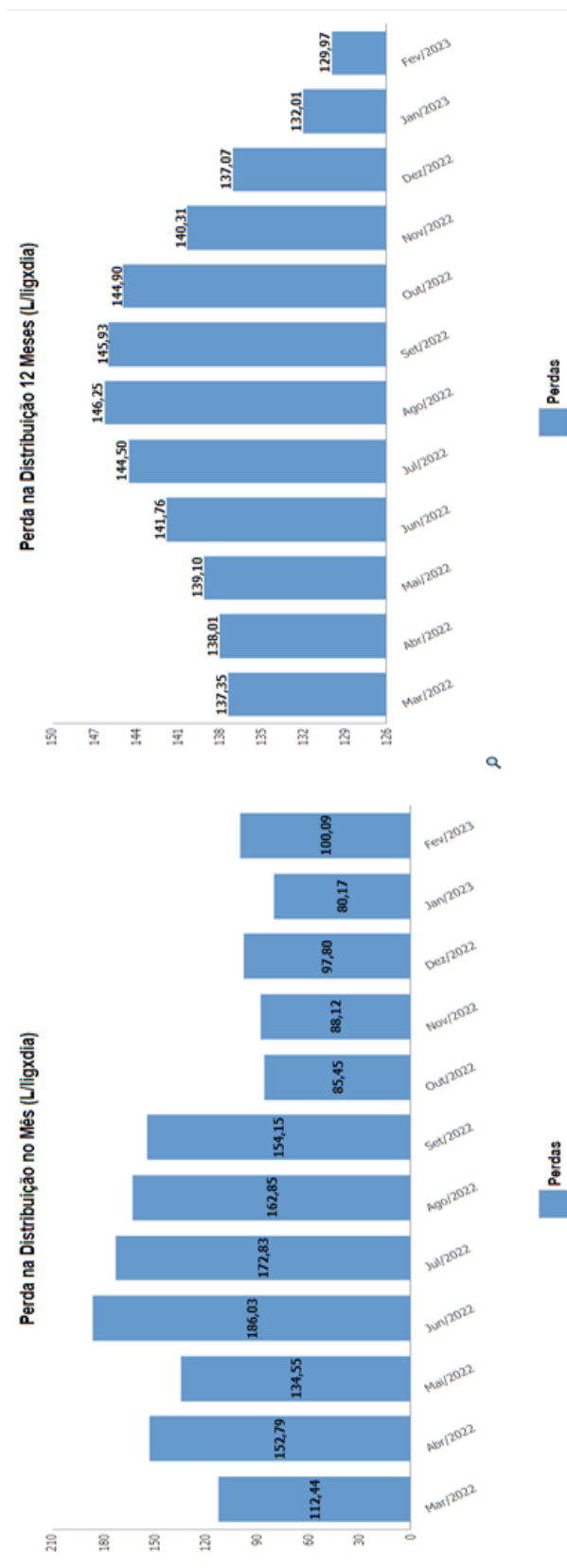
Fonte: COPASA MG, 2023

A idade média do parque de hidrômetros existente é de 4,62 anos, sendo a substituição de hidrômetros realizada, em média, a cada 07 anos, visando garantir a confiabilidade da micromedição. Em casos de violação, mau funcionamento ou avaria, os hidrômetros são substituídos imediatamente, de forma a se obter uma medição precisa dos volumes entregues aos clientes.

Para planejamento e verificação da eficácia das ações, mensalmente, são analisados os resultados do indicador de perdas de água.

Conforme diretrizes da International Water Association (IWA) para se ter um melhor controle de perdas o indicador mais adequado é o controle do volume perdido em Litros/ligxdia. Dessa forma a COPASA MG, desde 2021, passou a utilizar esse indicador e os resultados dos últimos 12 meses são apresentados na Figura 174.

Figura 174 – Perda em Litros/ligxdia mensal e média dos últimos 12 meses



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

Conforme o PMSB, a rede de distribuição possui aproximadamente 700 m de extensão, sendo verificado durante a visita técnica que a rede é de PVC DN25. Serão implantados 520 m de rede PVC DN50 visando melhoria do abastecimento de água.

Ainda de acordo com o PMSB, existem 42 ligações prediais de água, sendo que somente 16 possuem hidrômetros, mas eles encontram-se inativos.

Não foram fornecidas informações sobre as rotinas de operação e manutenção do sistema de água existente, sendo essas realizadas por um empregado da Prefeitura Municipal.

2) Proposição de soluções para os problemas críticos

A seguir, constam os principais problemas críticos encontrados nas redes de distribuição, ligações prediais e hidrometração, bem como as soluções propostas.

i. Sede

Além da rotina operacional, ações que estão sendo propostas nos setores de abastecimento, tais como setorização, substituição de redes e monitoramento de unidades, contribuirão para um bom desempenho do indicador de perdas de água.

De forma resumida, a gestão de trabalho para controle de perdas e do volume de água disponibilizado abrangerá:

- Planejamento e controle de nível de reservatórios;
- Planejamento e controle de elevatórias;
- Planejamento e controle de pressão;
- Planejamento e controle de combate a vazamentos, inclusive pesquisa de vazamentos não visíveis.

METAS (Sede)		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Redes distribuidoras em ferro fundido em mau estado de conservação	Substituição de 5.740 metros de Ferro Fundido para PVC (DN 50 a 150mm).	Curto a longo prazo
Necessidade de melhoria da setorização	Implantação de 2.660 metros de rede de distribuição em PVC DN200 do RAP08 até REN03 e REL05.	Médio
Necessidade de melhoria da setorização	Implantação de 2.100 metros de adutora de água tratada DN 200, para interligação entre a EAT07 e o RAP08.	Longo

ii. São Jerônimo dos Poções

METAS (Sede)		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Necessidade de melhoria da rede de distribuição	Implantação de rede de distribuição PVC DN50	Curto
Ausência de hidrômetros	Padronização de ligações	Curto

3) Descrição das unidades que serão utilizadas para o abastecimento público de água

A sede do município possui 4.968 ligações operadas, 5.154 economias de água e 100% de hidrometração.

O comprimento total de redes é de 75.428 metros, sendo distribuídos em diferentes materiais conforme Tabela 24 abaixo.

Tabela 24 – Redes SAA sede de Campos Altos

REDES SAA CAMPOS ALTOS	
Material	Comprimento (m)
Concreto armado	1.786
Ferro fundido	5.871
Ferro galvanizado	60
PVC	66.151
PVC DEFOFO	1.560

Fonte: COPASA MG, 2023

As tubulações possuem diferentes funções dentro do sistema de abastecimento, e são distribuídas conforme Tabela 25.

Tabela 25 – Tipos de redes de SAA sede de Campos Altos

REDES SAA CAMPOS ALTOS	
TIPO DE REDE	COMPRIMENTO (m)
AAB	1.786
AAT	4.168
ALIMENTADORA	930
DESCARGA	2
DISTRIBUIDORA	68.542

Fonte: COPASA MG, 2023

A distribuição de tubulações em diferentes diâmetros está de acordo com a Tabela 26.

Tabela 26 – Diâmetros das redes de SAA sede de Campos Altos

REDES SAA CAMPOS ALTOS	
DIÂMETRO (mm)	COMPRIMENTO (m)
25	23.860
40	24
50	38.274
75	3.225
100	2.151
150	3.925
200	2.185
600	1.786

Fonte: COPASA MG, 2023

Para substituição e implantação de novas redes de distribuição, foi considerada a utilização de tubos de PVC para os diâmetros entre 50 e 100 mm. Para diâmetros iguais ou superiores a 100 mm serão utilizados tubos DEFoFo, devido à resistência superior para redes de maior capacidade. As tubulações de concreto armado, ferro fundido e ferro galvanizado serão substituídas gradativamente, conforme necessidades operacionais. Na Figura 175 é mostrado como exemplo, o estoque de tubos de PVC DN 100 utilizado para redes de distribuição.

Figura 175 – Estoque de tubos PVC utilizados em redes de distribuição



Fonte: COPASA MG, 2023

Alguns exemplos de conexões e acessórios utilizados nas redes de distribuição de água tratada são mostrados na Figura 176 .

Figura 176 – Conexões e acessórios utilizados nas redes de distribuição



Fonte: COPASA MG, 2023

As principais conexões utilizadas nas ligações prediais são a mangueira de PEAD, o adaptador e o colar de tomada, mostrados na Figura 177.

Figura 177 – Conexões e acessórios utilizados nas ligações prediais



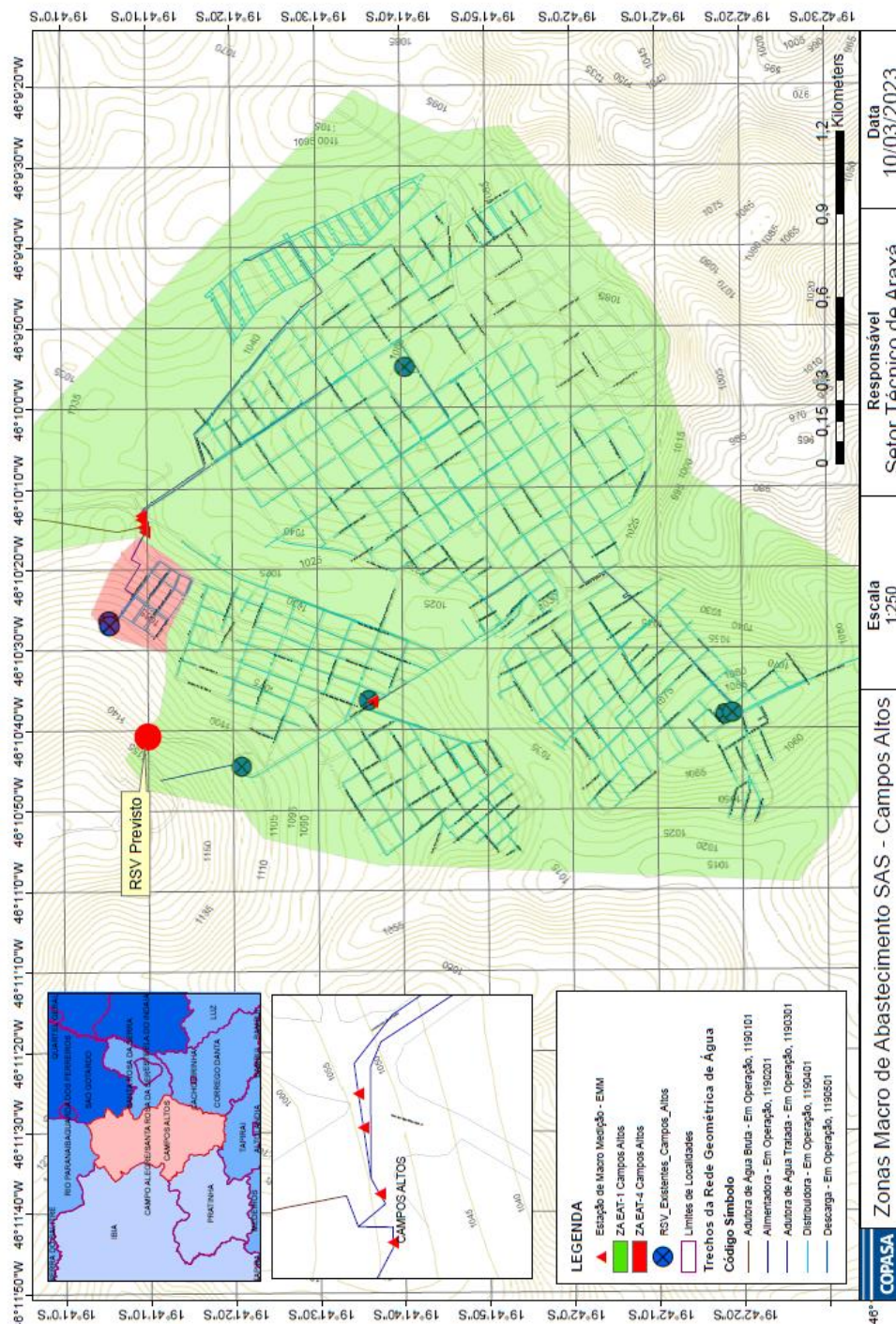
Fonte: COPASA MG, 2023

A Distribuição de Água Tratada conta com Instalação de dois macromedidores, conforme Figura 178.

A rede de distribuição conta ainda com registros de manobra espalhados por toda a malha urbana, conforme mostrado na Figura 179. Estes registros possibilitam o

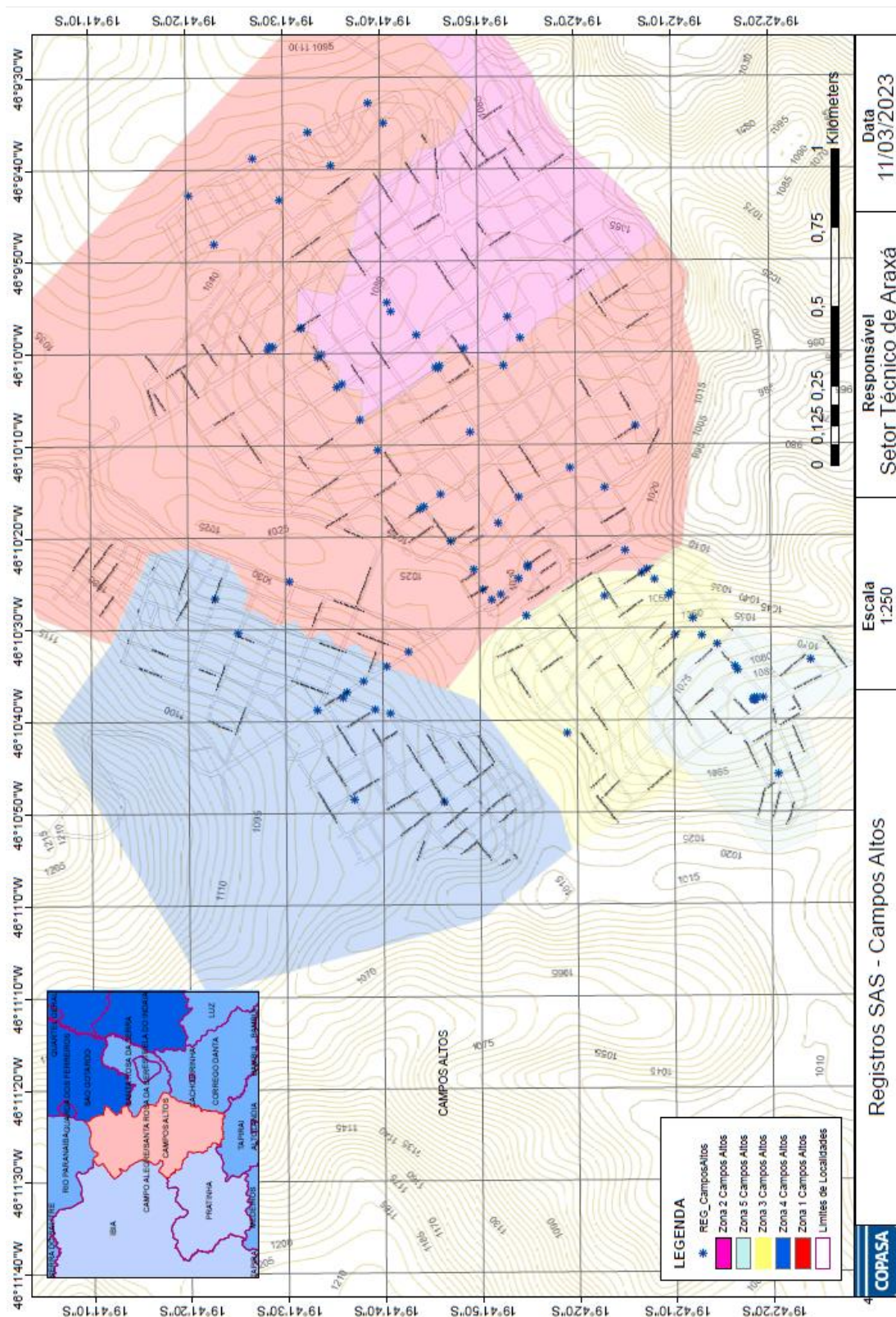
fechamento de pequenos trechos de rede, de forma que quando são realizadas manutenções, o abastecimento é interrompido apenas na microrregião da intervenção.

Figura 178 – Mapeamento georreferenciado contendo os macromedidores



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 179 – Localização georreferenciada dos registros de manobra em Campos Altos



Fonte: COPASA MG, 2023

As ligações prediais dos imóveis são feitas através de cavaletes (Padrão COPASA MG), instalados na parte externa dos imóveis, em muros e paredes. As ligações à rede distribuidora são feitas com ramais prediais de diâmetro DN 15 mm e em mangueiras de PEAD DN 20 mm, sendo executadas a partir de colar de tomada de água até o cavalete do hidrômetro. As dimensões padronizadas para instalação do conjunto nos nichos são mostradas na Figura 180 .

Na Figura 181 é mostrado um exemplo de ligação predial após instalação. A padronização das ligações prediais garante o acesso aos cavaletes e hidrômetros, assegurando as atividades de leitura, substituição e manutenção.

Figura 180 – Projeto típico de padrão de água tipo múltiplo

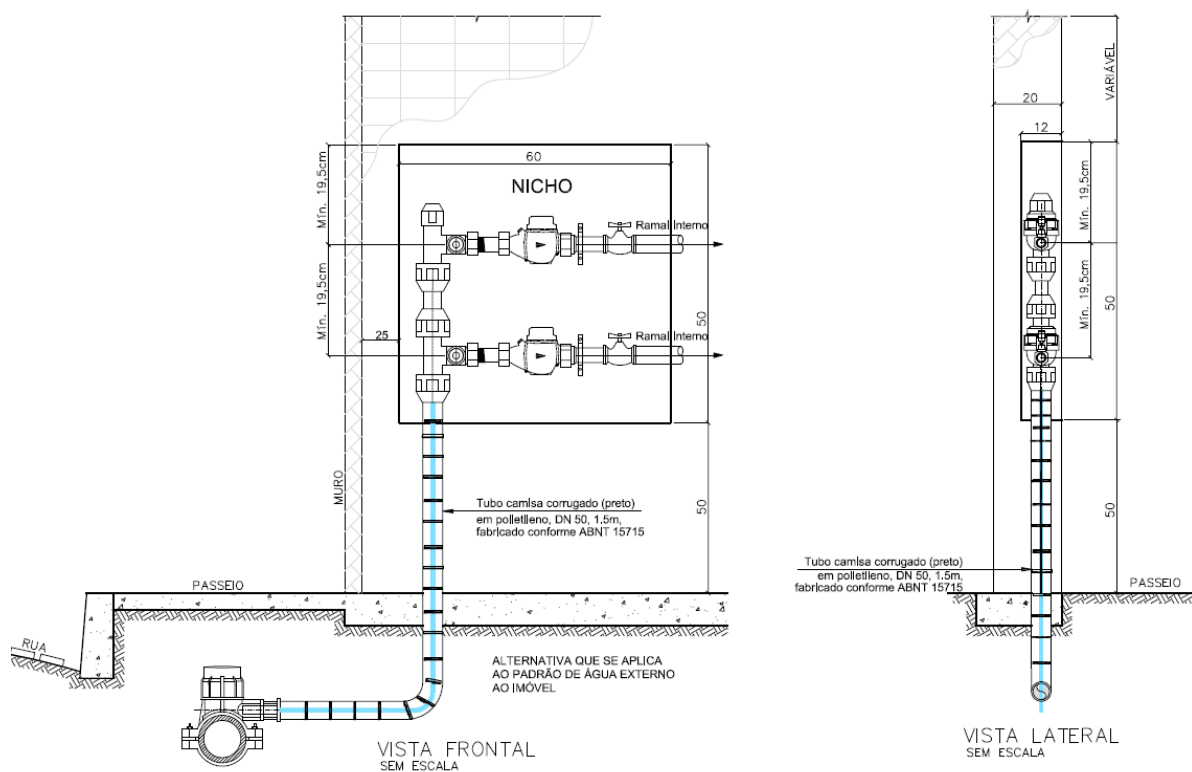


Figura 181 – Exemplos de ligações prediais padrão



Fonte: COPASA MG, 2023

Os hidrômetros utilizados são fornecidos conforme a demanda, de acordo com as necessidades de cada cliente, sendo disponibilizados nos tipos elencados na Tabela 27.

Tabela 27 – Características dos hidrômetros utilizados para medição

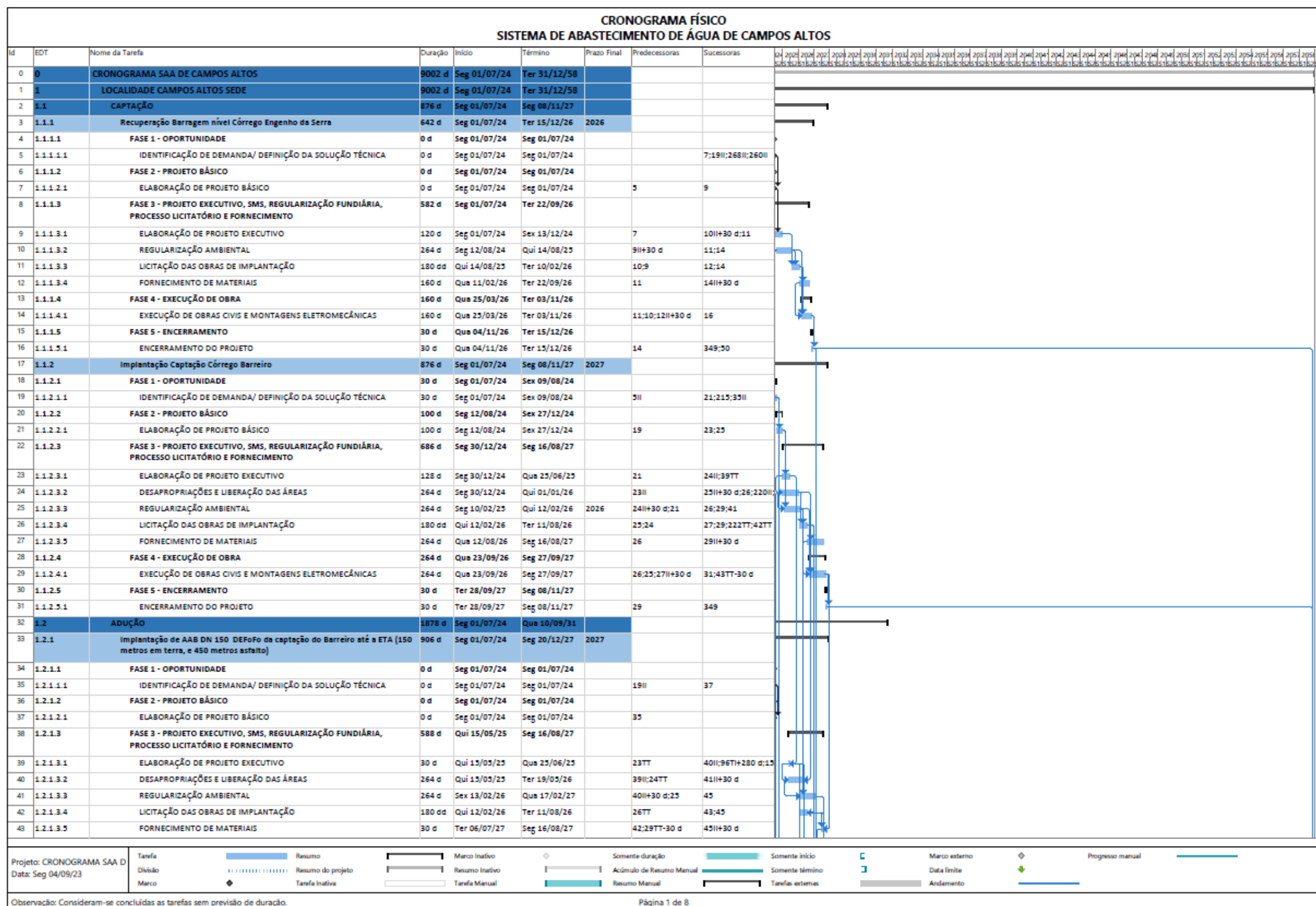
TIPOS DE HIDRÔMETRO MULTIJATO		
TIPO	CAPACIDADE (m³/h)	DIÂMETRO (polegadas)
X	1,2	1/2
A	3,0	1/2
B	5,0	3/4
C	7,0	1
G	10	1

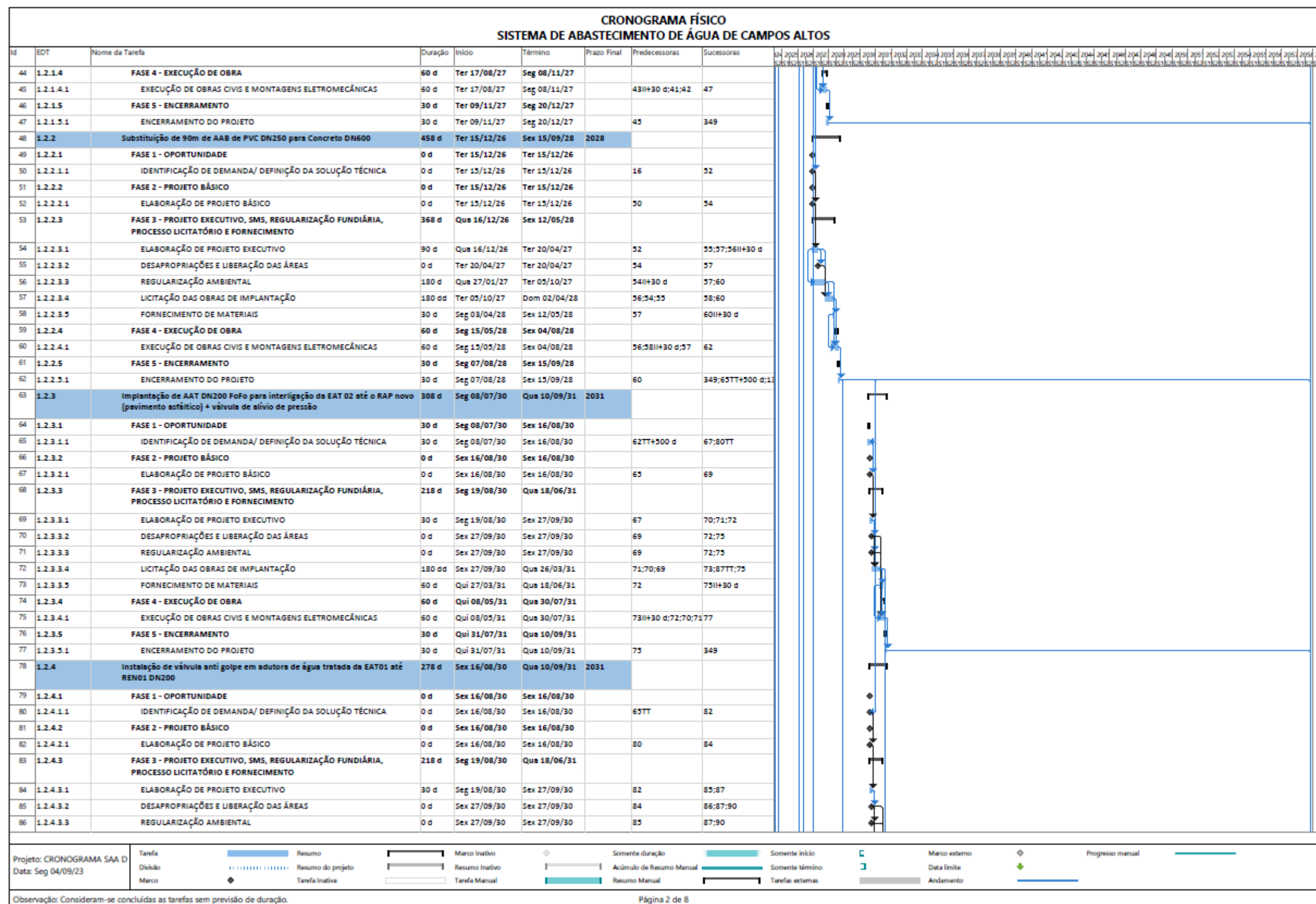
Em geral, os hidrômetros têm uma tendência de contabilizar volumes inferiores aos efetivamente consumidos pelos clientes. Tendo como possíveis causas dessas submedições o envelhecimento dos hidrômetros, com desgaste das partes mecânicas; o incorreto posicionamento (inclinado), ocorrido após sua instalação; tipo de hidrômetro inadequado ao perfil de consumo do cliente e violações.

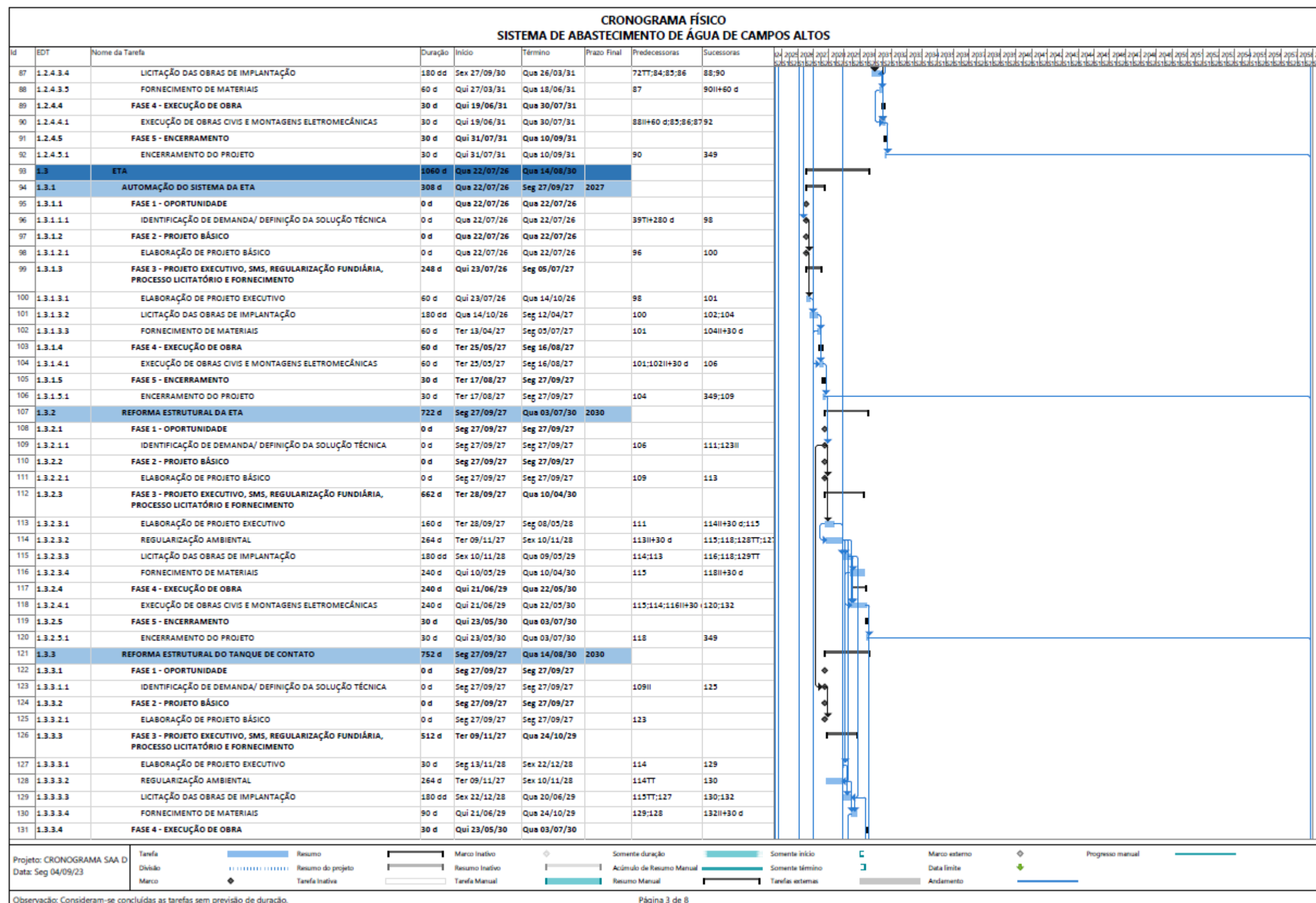
Por esses motivos, a substituição de hidrômetros e a fiscalização dos padrões pela equipe operacional, permitem o combate às fraudes constantemente, evitando a submedição.

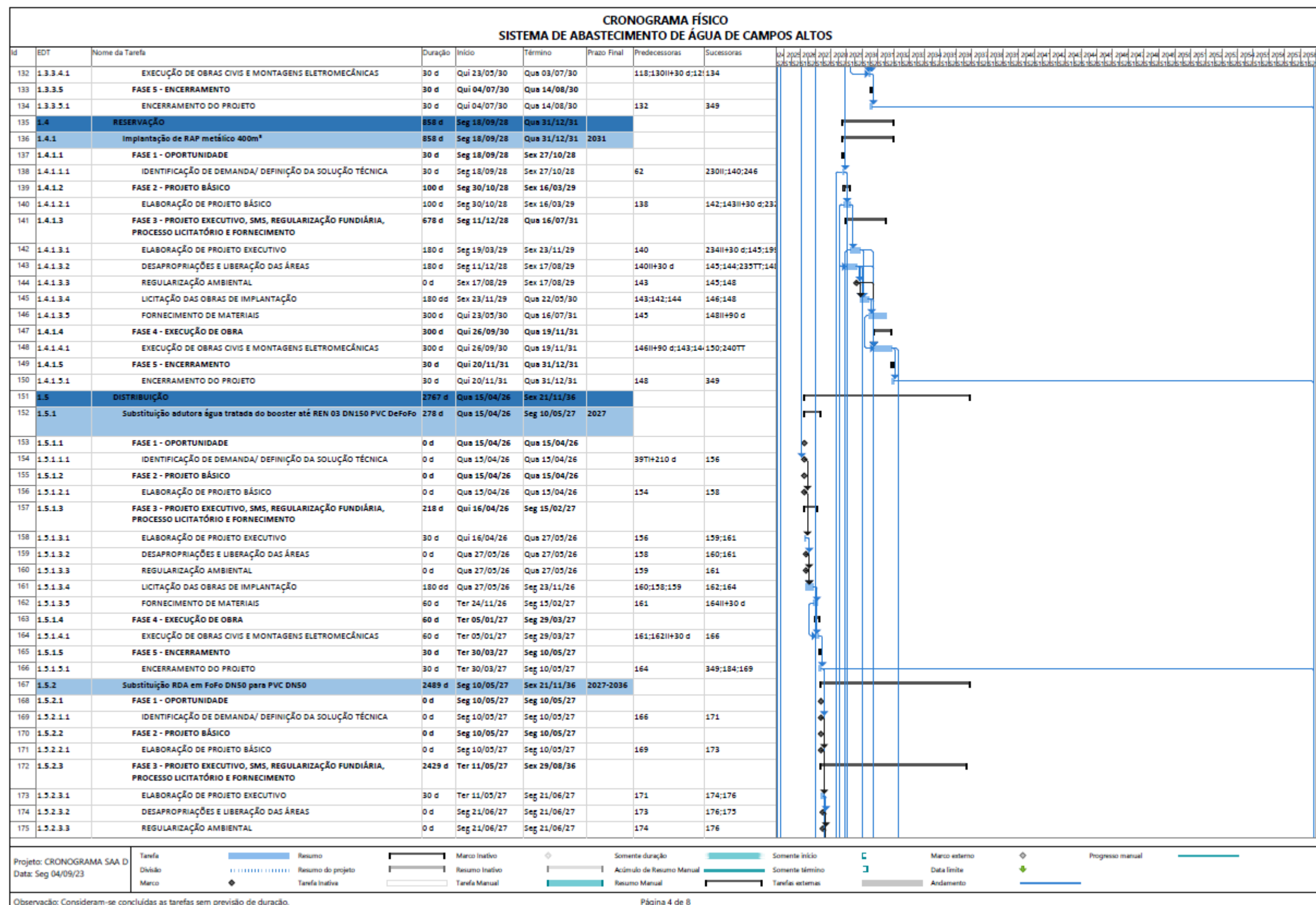
1f) Cronograma Físico das Obras Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água

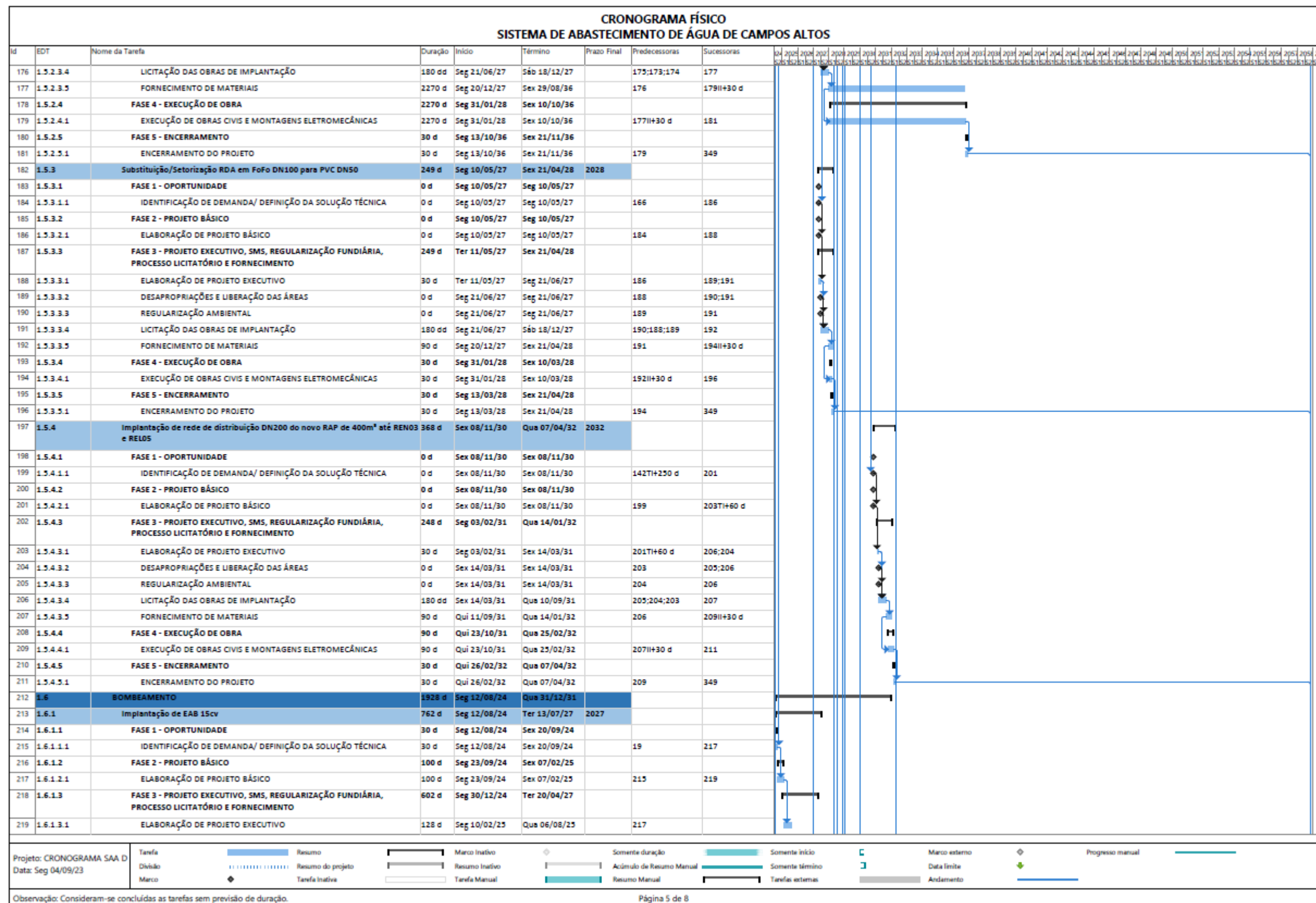
1) Cronograma Físico das soluções e obras propostas para o sistema de abastecimento de água com a previsão do início e término das obras

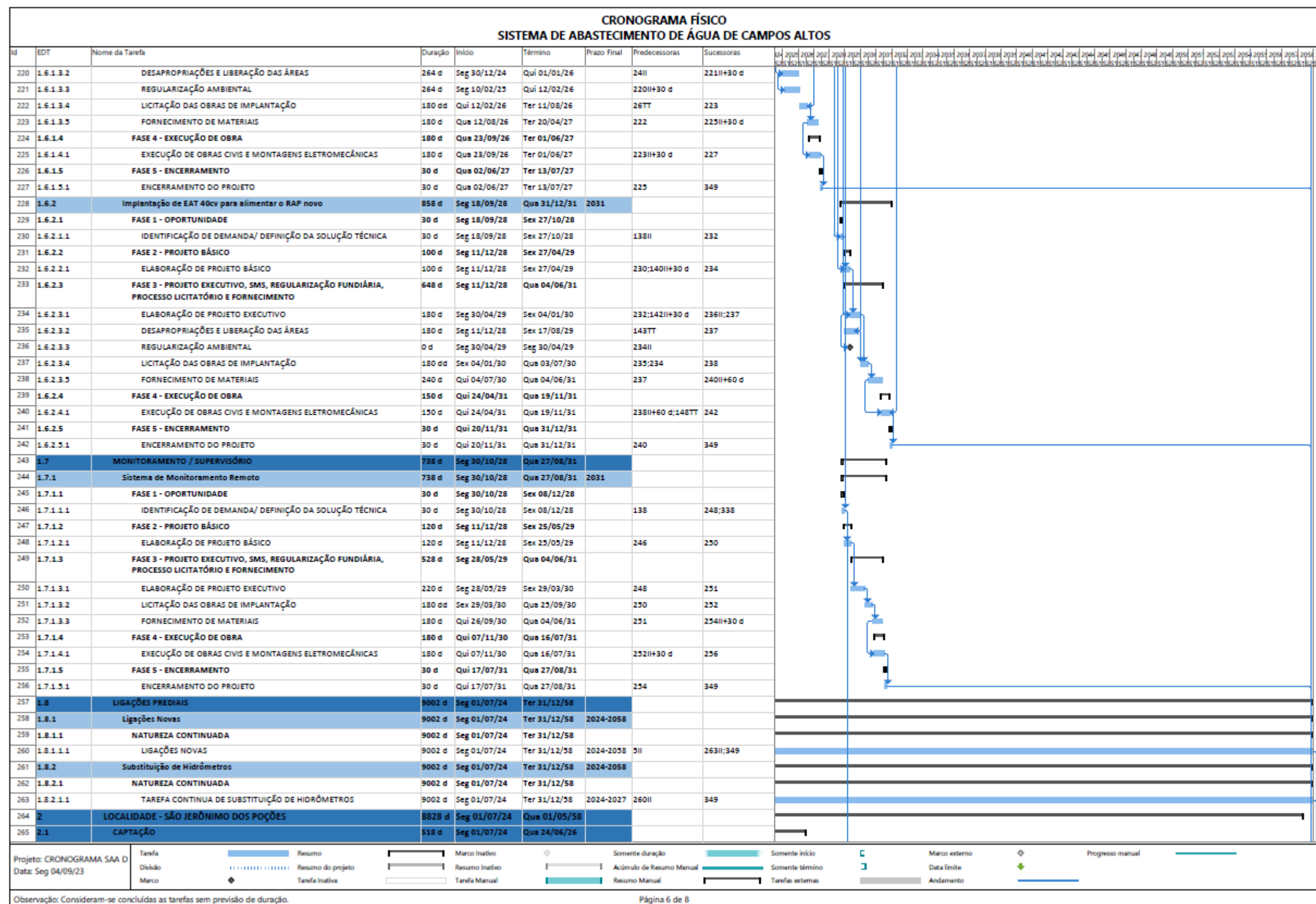


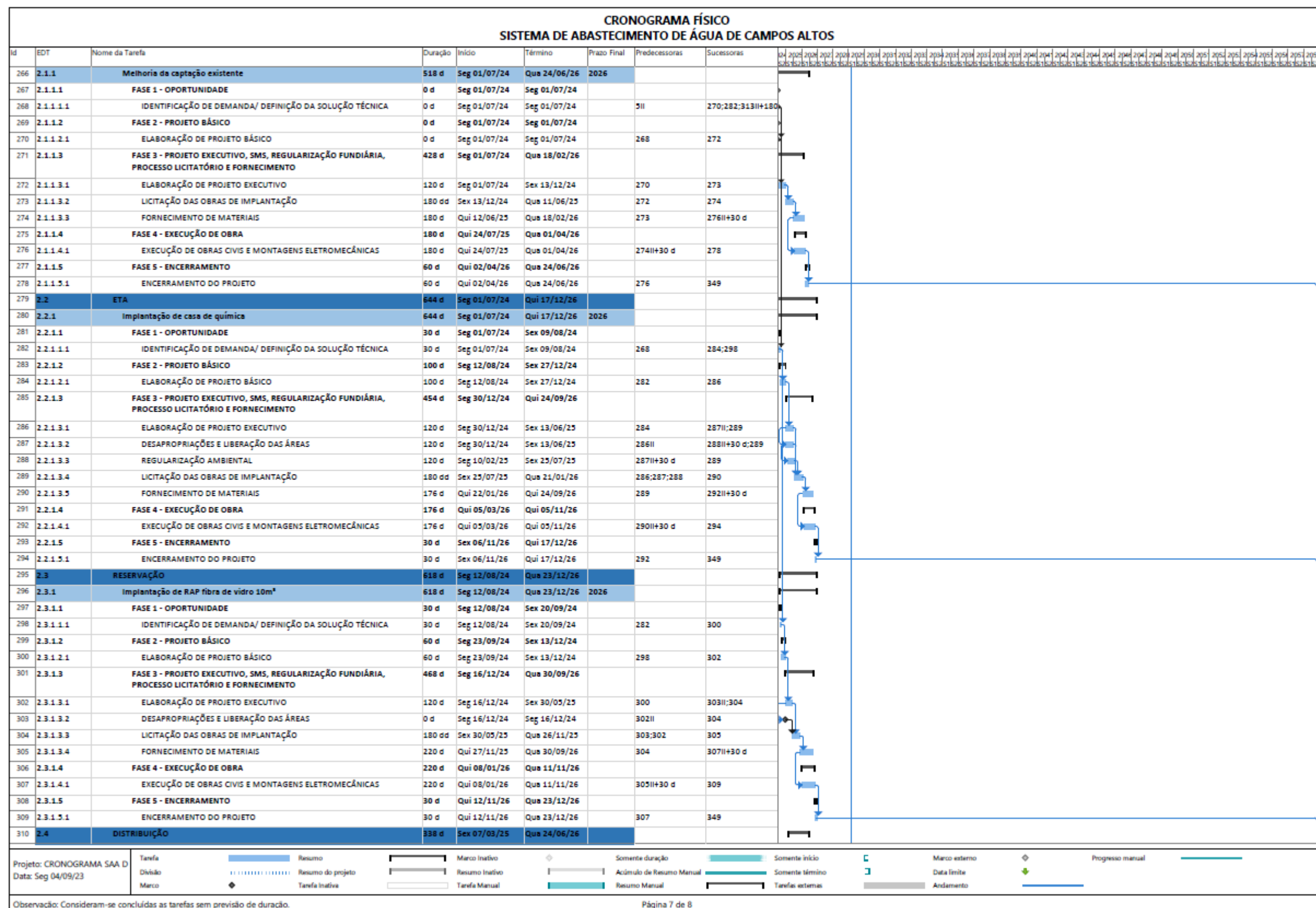


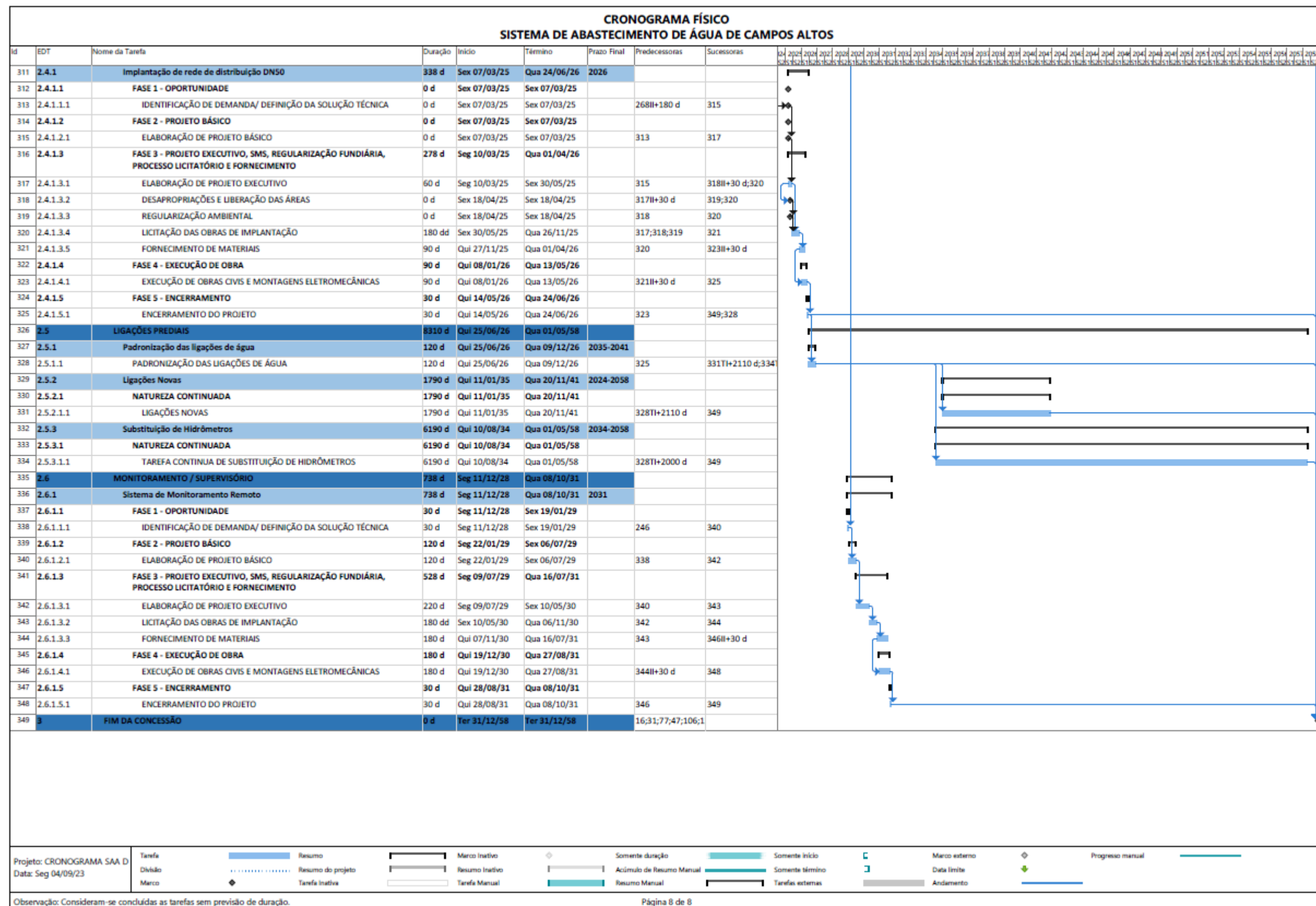




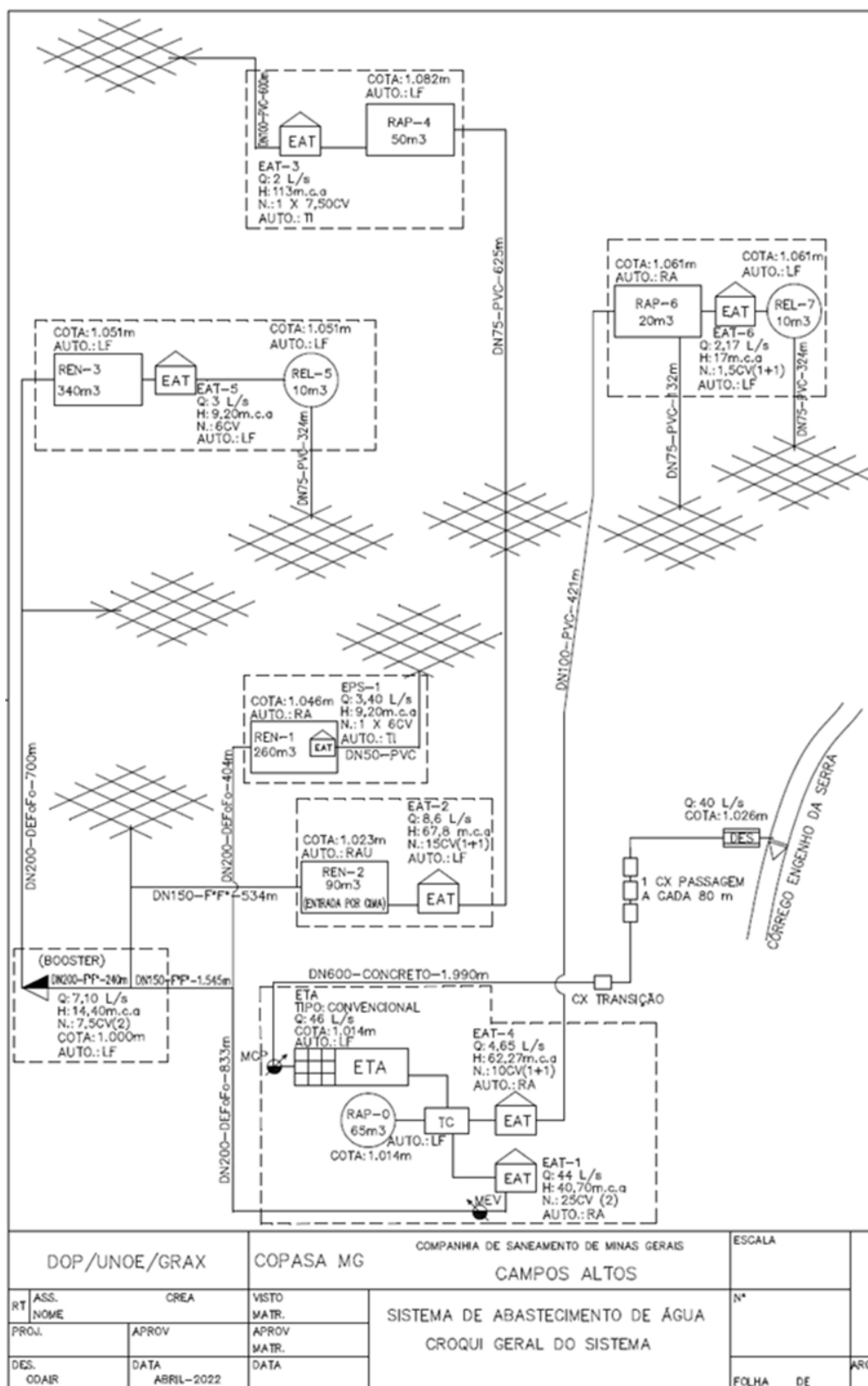




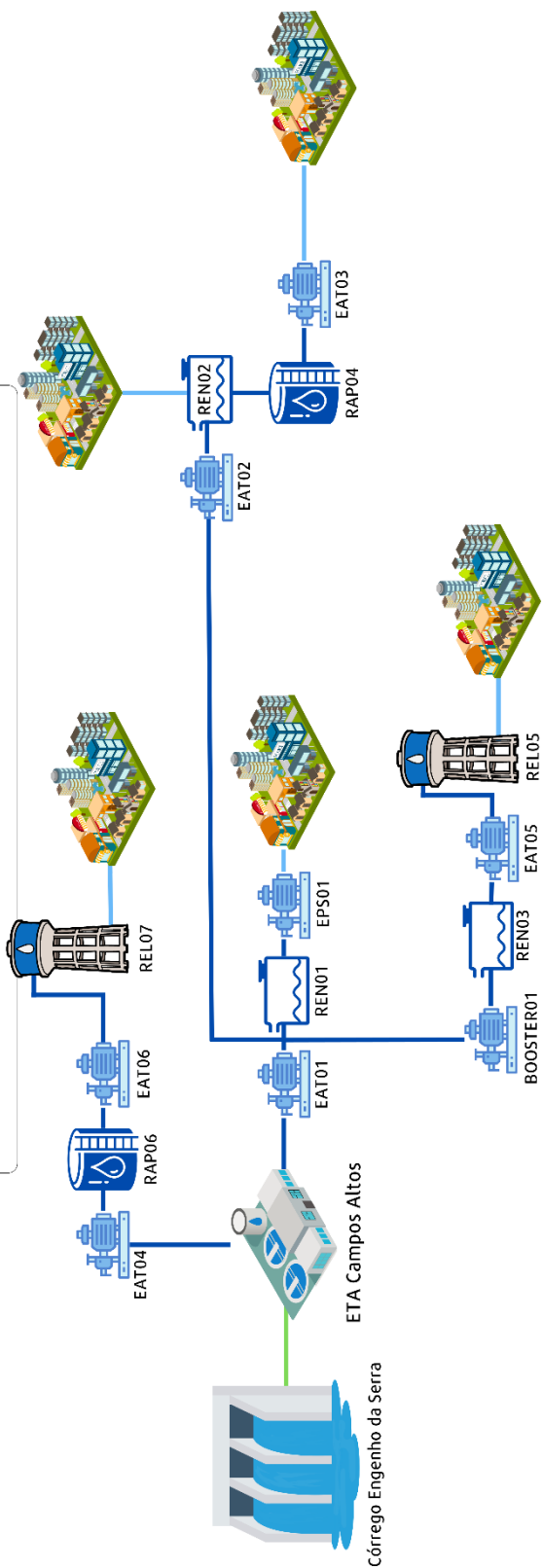




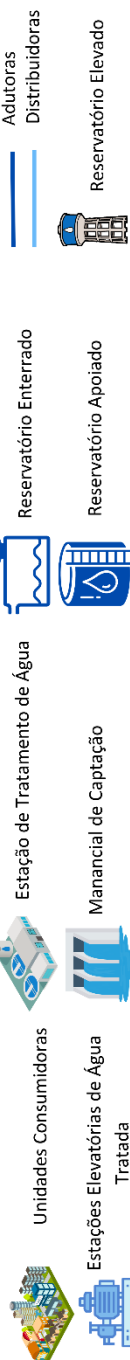
2) Croqui/fluxograma dos sistemas de abastecimento de água proposto



FLUXOGRAMA DO SAA SEDE EXISTENTE- CAMPOS ALTOS



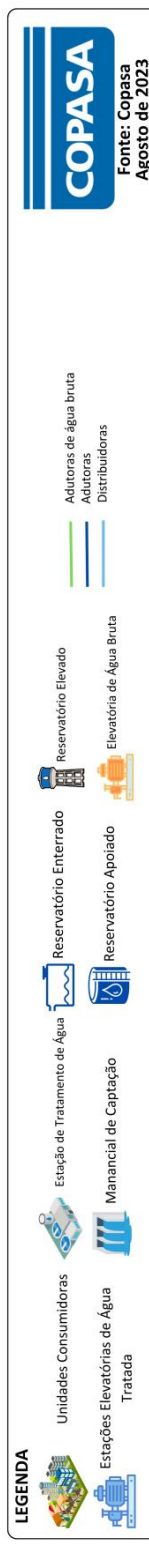
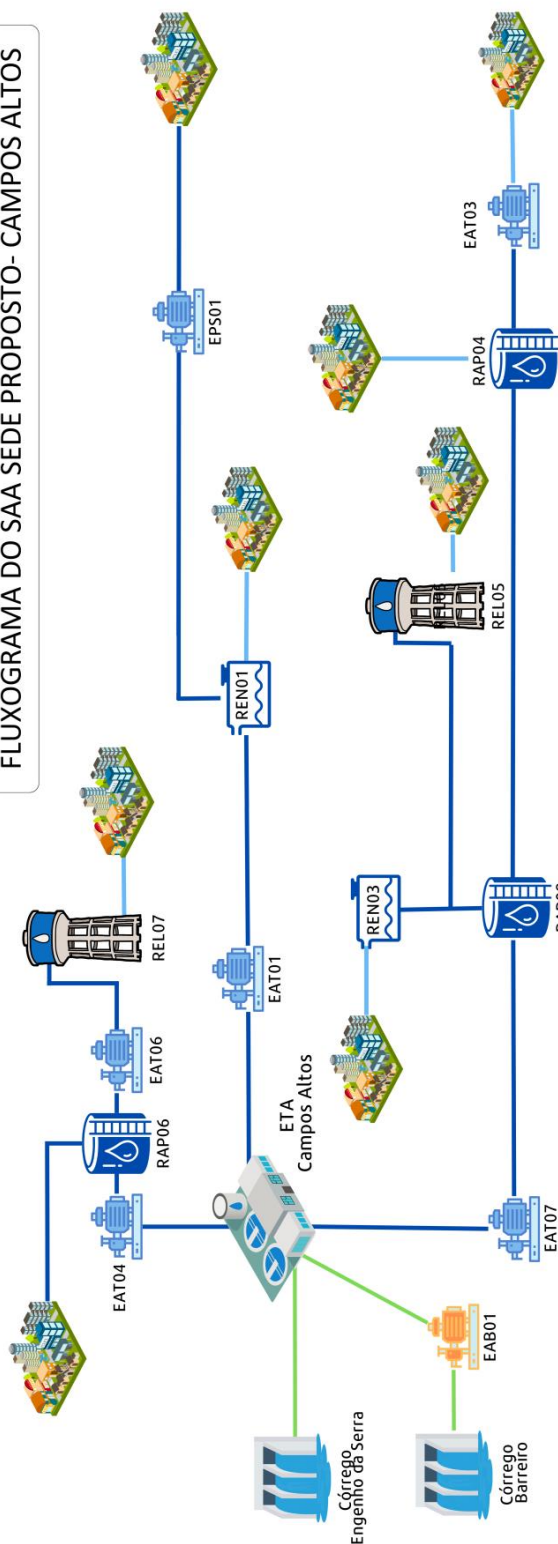
LEGENDA

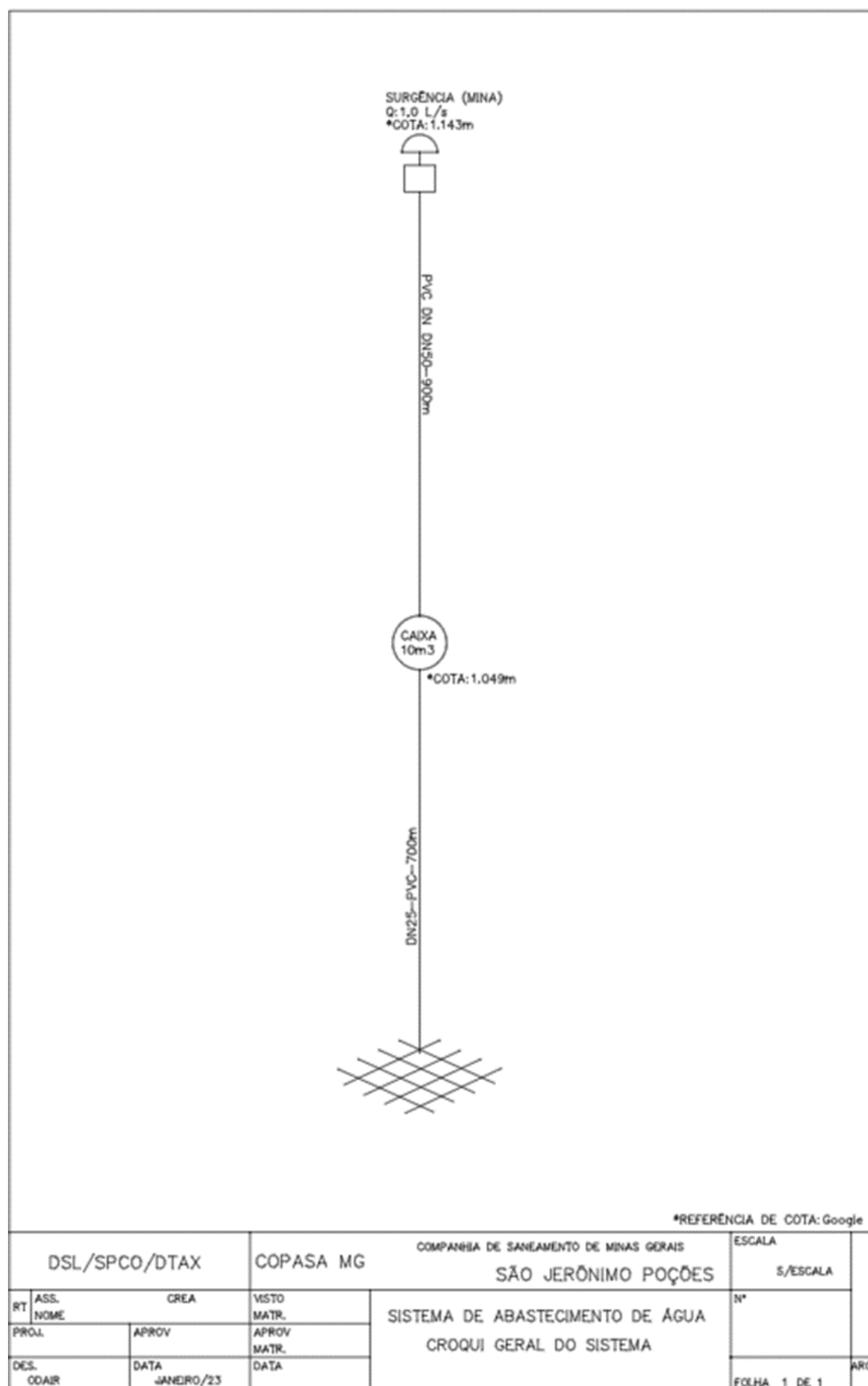


COPASA

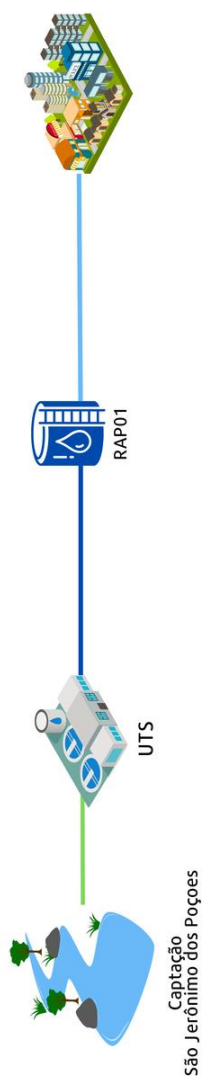
Fonte: Copasa
Agosto de 2023

FLUXOGRAMA DO SAA SEDE PROPOSTO- CAMPOS ALTOS

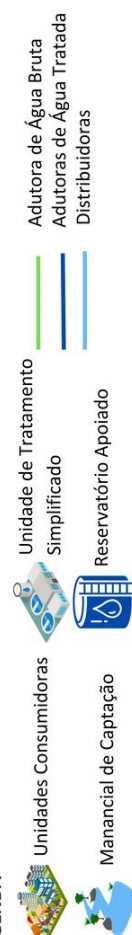




FLUXOGRAMA DO SAA DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES



LEGENDA



TÓPICO 2 - PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**2a) Bacias de Contribuição e Esgotamento**

A divisão das bacias de contribuição do sistema de esgotamento sanitário levou em consideração a topografia do município, sendo considerados como delimitadores o corpo hídrico, na parte mais baixa, e um divisor de água, na parte mais alta. Optou-se por uma concepção na qual a maior parte das redes coletoras acompanham a declividade natural do terreno, de forma a se evitar custos com energia elétrica. Nos pontos onde não foi possível acompanhar a topografia do terreno, foram previstas estações elevatórias de esgoto, para reversão de bacias através do recalque de efluente.

1) Identificação, delimitação e descrição das bacias de esgotamento propostas**i. Sede**

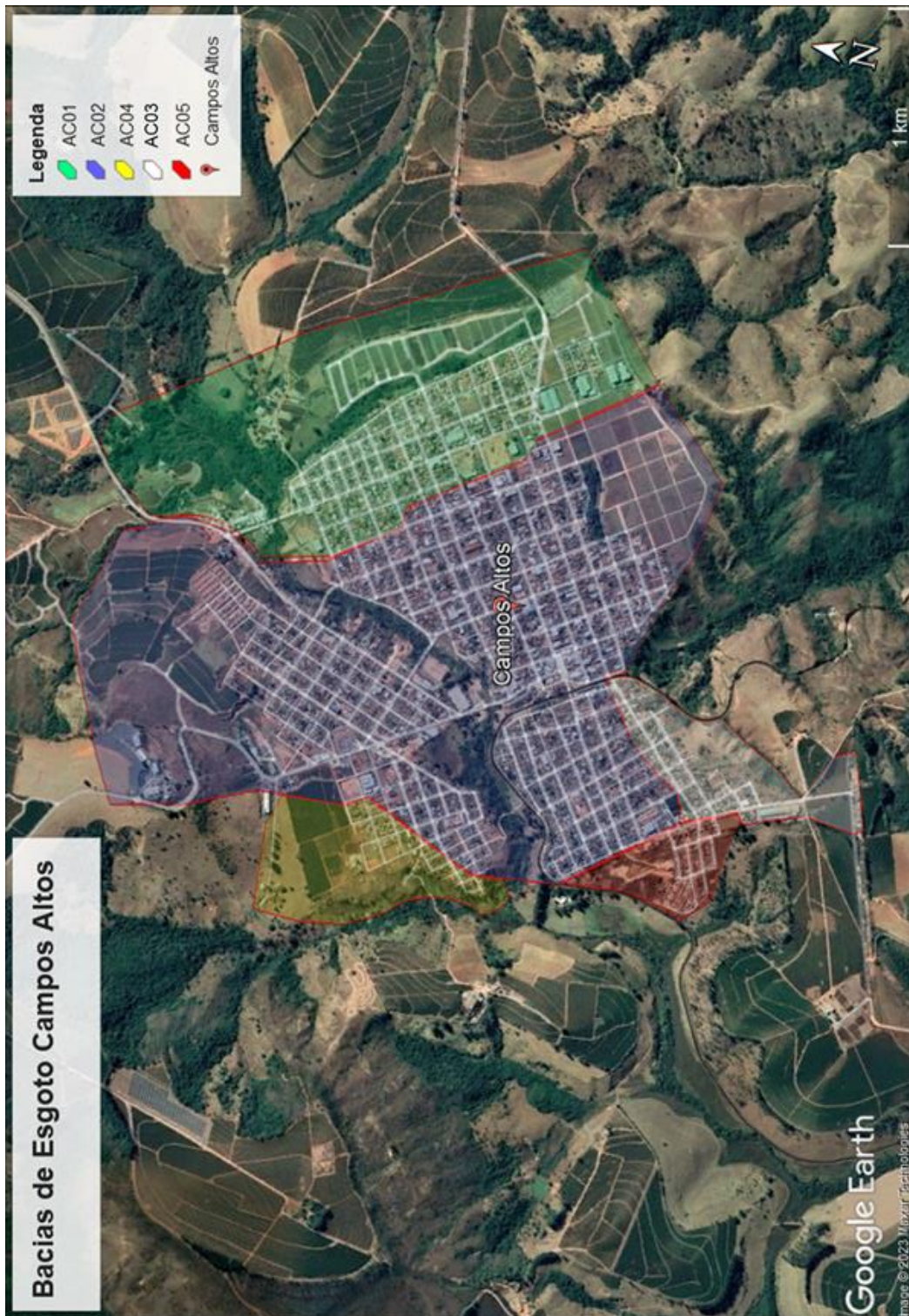
O município de Campos Altos está localizado no divisor das Bacias Hidrográficas do Rio Paranaíba e Rio São Francisco.

A maior parte da área urbana de Campos Altos encontra-se dentro da Bacia Hidrográfica do rio Araguari. O ribeirão Santa Teresa, como parte integrante da Bacia Hidrográfica principal, será o corpo receptor dos efluentes da ETE. Apenas parte dos esgotos gerados no bairro Camposaltinho, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (ACE3), deverá ser revertida para a bacia do Rio Araguari através de sistema de bombeamento.

A sede municipal possui cinco sub-bacias de esgotamento, conforme mostrado nas Figuras 182 a 184, e que foram nomeadas como AC01 a AC05.

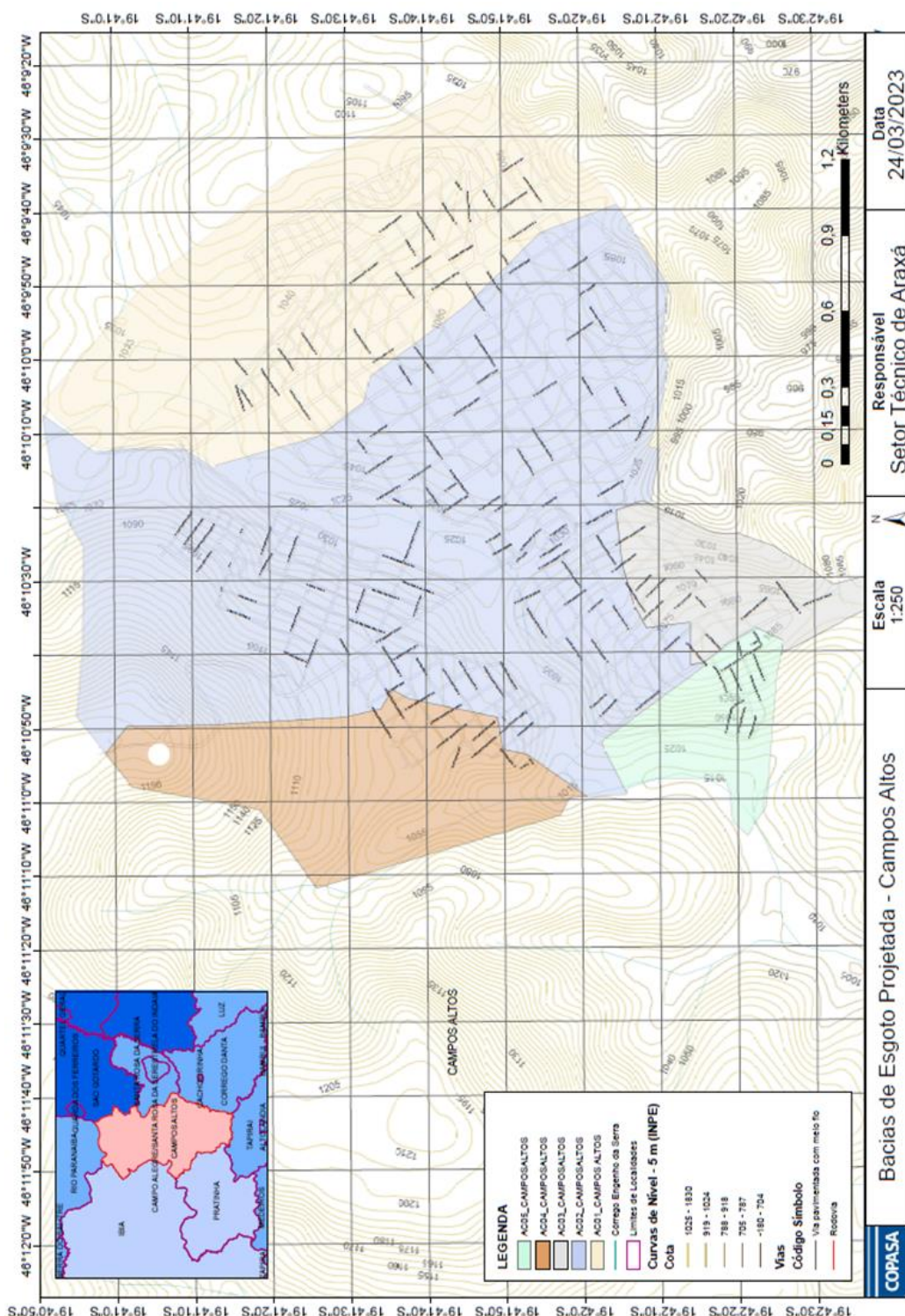
Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 183 – Bacias de Esgotamento projetadas



Fonte: Imagem Google Earth adaptada, 2023.

Figura 184 – Bacias de Esgotamento projetadas



Fonte: COPASA MG, 2023

A sub-bacia de esgotamento AC01 possui área de 1.042.082 m² e está situada na porção nordeste da Sede de Campos Altos, englobando parte do bairro Santa

Terezinha e Campos Verdes 2, e a totalidade do bairro Osvaldo Alves de Araújo, dos Conjuntos Habitacionais Juca Franco 1 e 2, e o loteamento Portal do Cerrado. Essa bacia possui em torno de 980 ligações de esgoto.

A sub-bacia de esgotamento AC02 inclui a totalidade dos bairros Centro, Nossa Senhora Aparecida, Barreiro e Campos Verdes 1, além de partes dos bairros Camposaltinho, Santa Terezinha e Campos Verdes 2. Possui a maior extensão das cinco sub-bacias, com 2.730.534 m², e o maior trecho do fundo de vale do Ribeirão Santa Teresa. Essa bacia possui em torno de 3.532 ligações de esgoto.

A sub-bacia de esgotamento AC03 contém uma parte menor do bairro Camposaltinho, com área de 189.169 m². Os esgotos sanitários dessa bacia deverão ser bombeados para a bacia adjacente, AC02, de modo que, a partir do divisor de águas, os efluentes possam ser transportados por gravidade até a ETE projetada. Essa bacia possui em torno de 443 ligações de esgoto.

A sub-bacia de esgotamento AC04 situa-se a noroeste da Sede municipal, com 115.795 m², e contém parte do bairro Boa Esperança e dos Conjuntos Habitacionais Lázaro Leite Campos e Virgilato Lopes. Essa bacia possui em torno de 224 ligações de esgoto.

A sub-bacia de esgotamento AC05 fica no sudoeste da Sede de Campos Altos, limitada pela Av. Ruthe Falco, englobando os Conjuntos Habitacionais Joaquim Bertolino e Francisco D. da Silva, além do Jardim Vale do Sol. Sua área total é de 87.965 m². Aqui, assim como na AC03, os efluentes de esgoto deverão ser bombeados, através de Estação Elevatória de Esgoto Bruto, para a sub-bacia AC02. Essa bacia possui em torno de 125 ligações de esgoto.

A ocupação predominante em todas as sub-bacias de esgotamento que abrangem a área da sede urbana é residencial, o que indica a contribuição homogênea de esgoto doméstico a ser coletado e transportado pelo sistema de esgotamento sanitário. A contribuição estimada de cada sub-bacia é mostrada na Tabela 28.

Tabela 28 – Vazão de esgoto em cada sub-bacia da sede

Sub-bacia	Número de ligações (2023)	Vazão (litros por segundo)
AC01	980	2,90
AC02	3532	9,19
AC03	443	1,06
AC04	224	0,56
AC05	125	0,37

Fonte: COPASA MG, 2023

De acordo com levantamento realizado com auxílio do Google Earth, as declividades das regiões do município situadas a leste do ribeirão Santa Teresa variam, em média, de 2,7% a 10%, enquanto a oeste do ribeirão elas podem atingir a média de 12,8%.

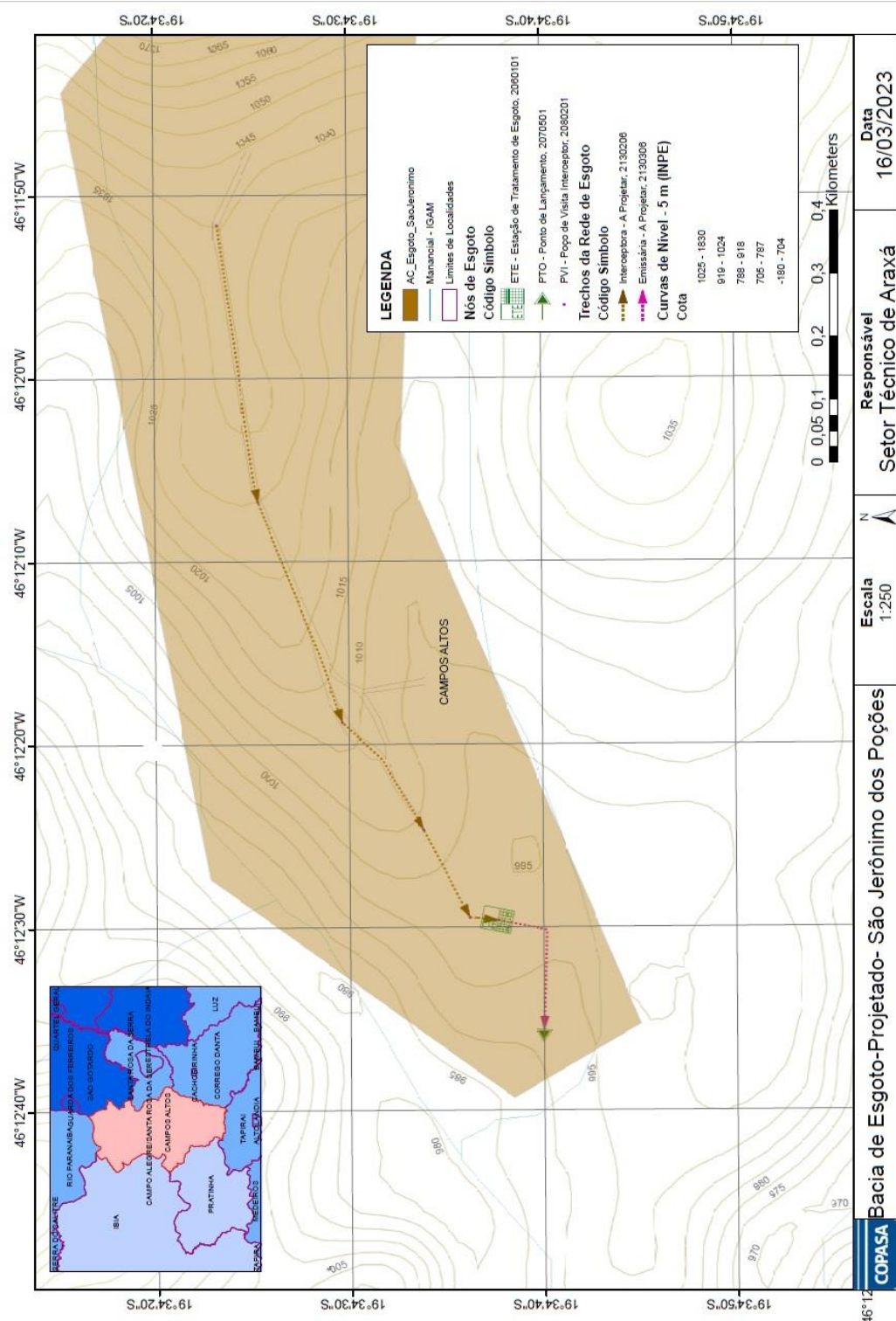
Em geral, as vias transversais à calha do ribeirão Santa Teresa são mais inclinadas em relação às vias longitudinais, apresentando média de inclinações de 10%, com trechos curtos variando até 15%.

Apesar das declividades supracitadas serem favoráveis ao fluxo do esgoto pela rede coletora existente, o fato de a malha viária ser cortada por divisores de água impõe a necessidade de implantação de Estações Elevatórias de Esgoto Bruto, conforme será detalhado em tópico específico.

ii. São Jerônimo dos Poções

O Distrito de São Jerônimo dos Poções está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, sendo sua principal rua localizada no divisor de águas das microbacias do córrego do Negrão e do córrego da Vargem, ambos contribuintes do rio Misericórdia. A ocupação do distrito tem característica rural e pouco adensada. O único dispositivo coletivo de esgotamento sanitário é a rede coletora, situada na rua principal. A área de contribuição referente à localidade é mostrada na Figura 185.

Figura 185 – Bacia de esgotamento projetada



Fonte: COPASA MG, 2023

2) Definição dos sistemas de esgotamento sanitário propostos

i. Sede

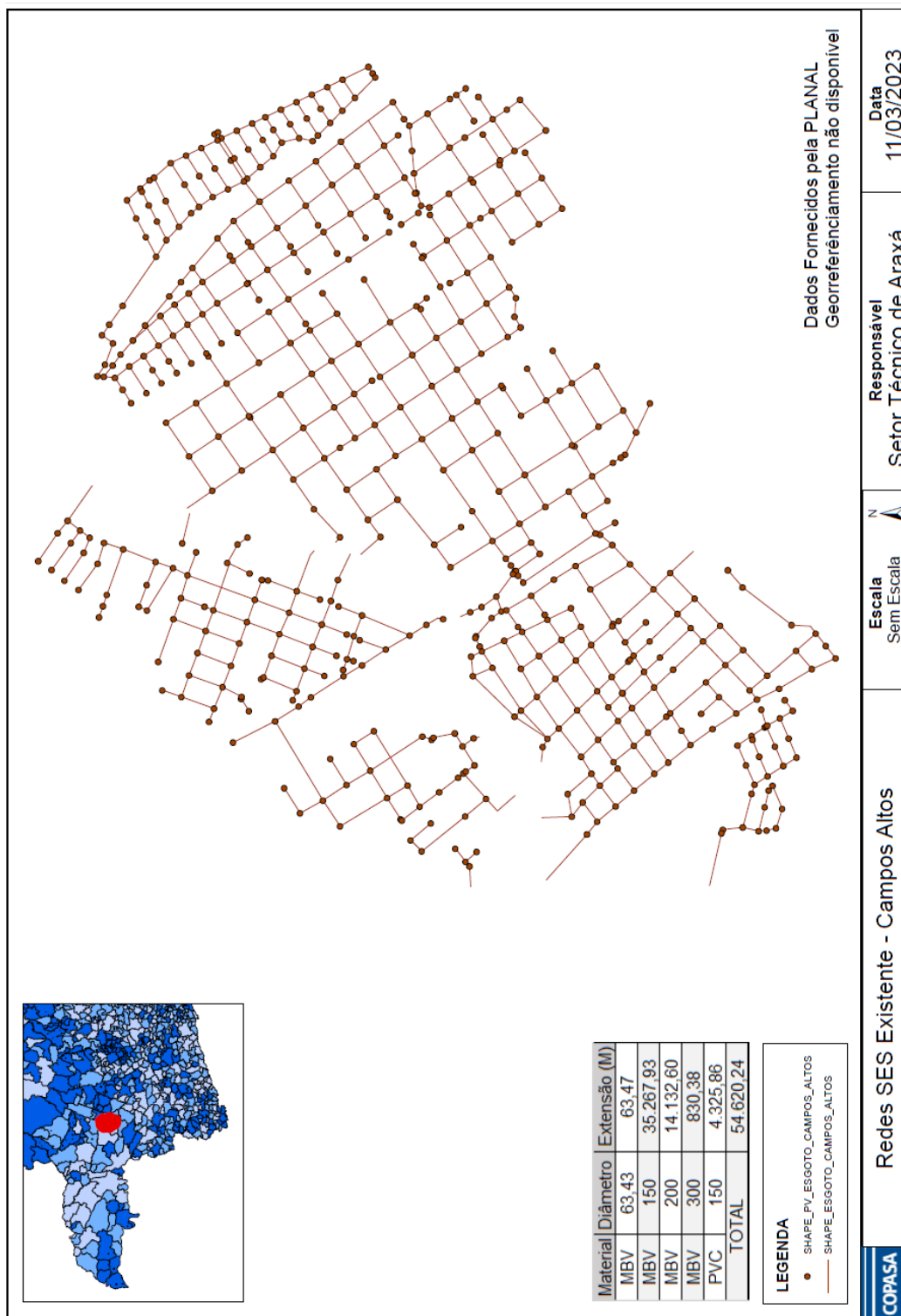
O sistema de esgotamento existente na sede de Campos Altos é do tipo separador absoluto, sendo composto por ligações prediais não padronizadas, redes coletoras, poços de visita (PV), interceptores e sem existência de tratamento dos efluentes.

De acordo com o PMSB, a sede do município de Campos Altos possui 6.200 ligações prediais de esgoto ativas. A rede coletora abrange, aproximadamente, 98% da área urbana, sendo composta por manilhas cerâmicas (ou Manilha de Barro Vitrificado – MBV) em sua maior parte, e por trechos em PVC. Os diâmetros variam de 63 a 200mm.

Propõe-se que as redes de PVC sejam mantidas e que trechos das redes de manilha de barro existentes sejam gradativamente substituídos, também por tubos de PVC, conforme necessidades operacionais como rompimento, obstruções, manutenções preventivas ou crescimento vegetativo.

De acordo com os dados apresentados no levantamento realizado pela Planal Engenharia, a extensão total da rede coletora é de 54.620 metros. A disposição das redes existentes é mostrada na Figura 186 .

Figura 186 – Rede coletora existente



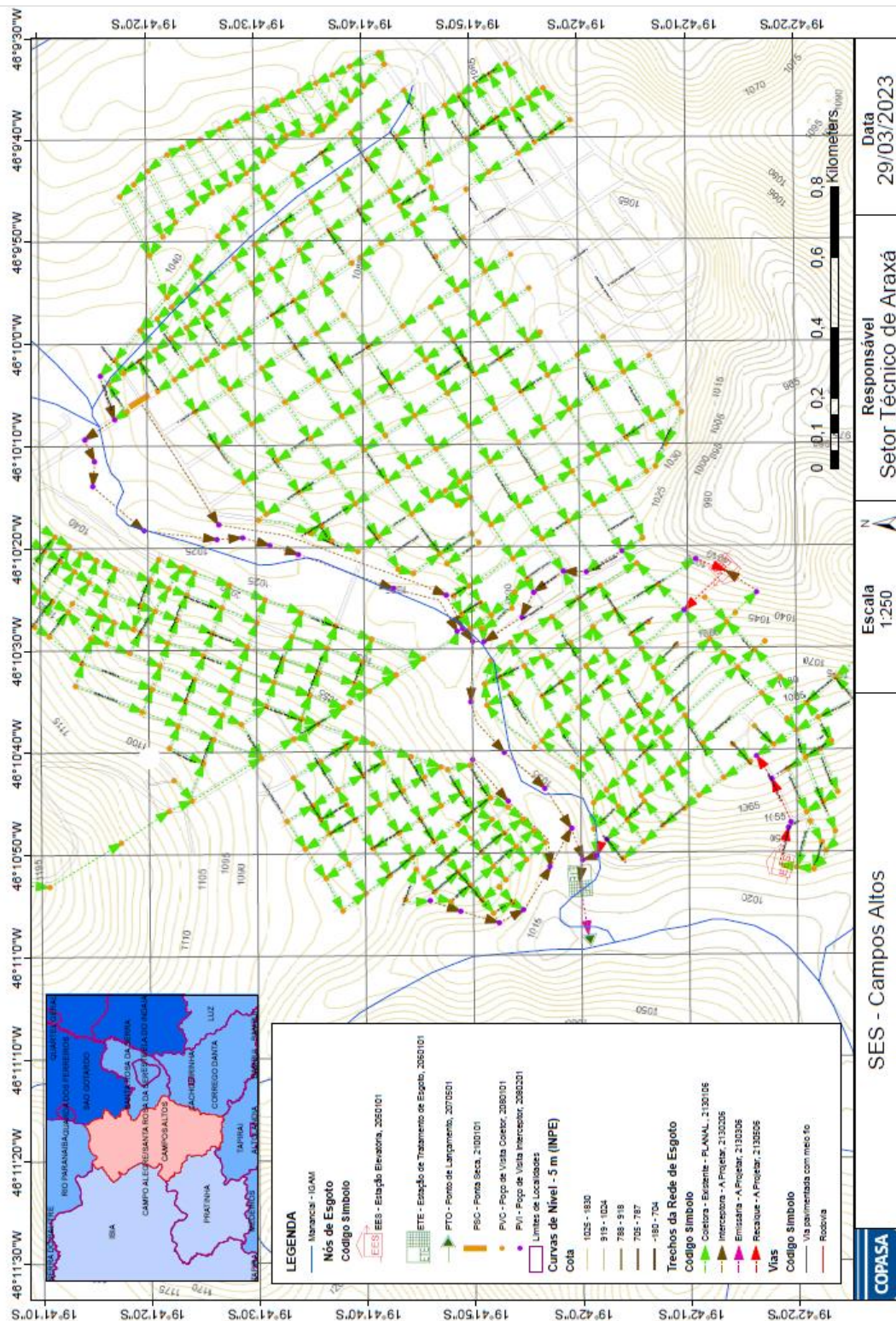
Fonte: Adaptado do Cadastro PLANAL.

Como não existe Estação de Tratamento de Esgoto no município, todo o esgoto coletado é lançado *in natura*, sendo a maior parte lançada no Ribeirão Santa Teresa,

pertencente à Bacia Hidrográfica do rio Araguari. Apenas a contribuição do Bairro Camposaltinho é lançada em corpo receptor de outra bacia hidrográfica, denominada Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.

Para eliminar o lançamento de esgoto sem tratamento no corpo receptor, além da paulatina substituição das redes coletoras mais antigas, serão implantados interceptores, Estações Elevatórias de Esgoto e uma Estação de Tratamento de Esgoto. As unidades projetadas podem ser vistas, juntamente com as redes coletoras existentes, conforme ilustrado na Figura 187, “Interceptores, Emissários e Recalques Projetados”.

Figura 187 – Interceptores, Emissários e Recalques Projetados

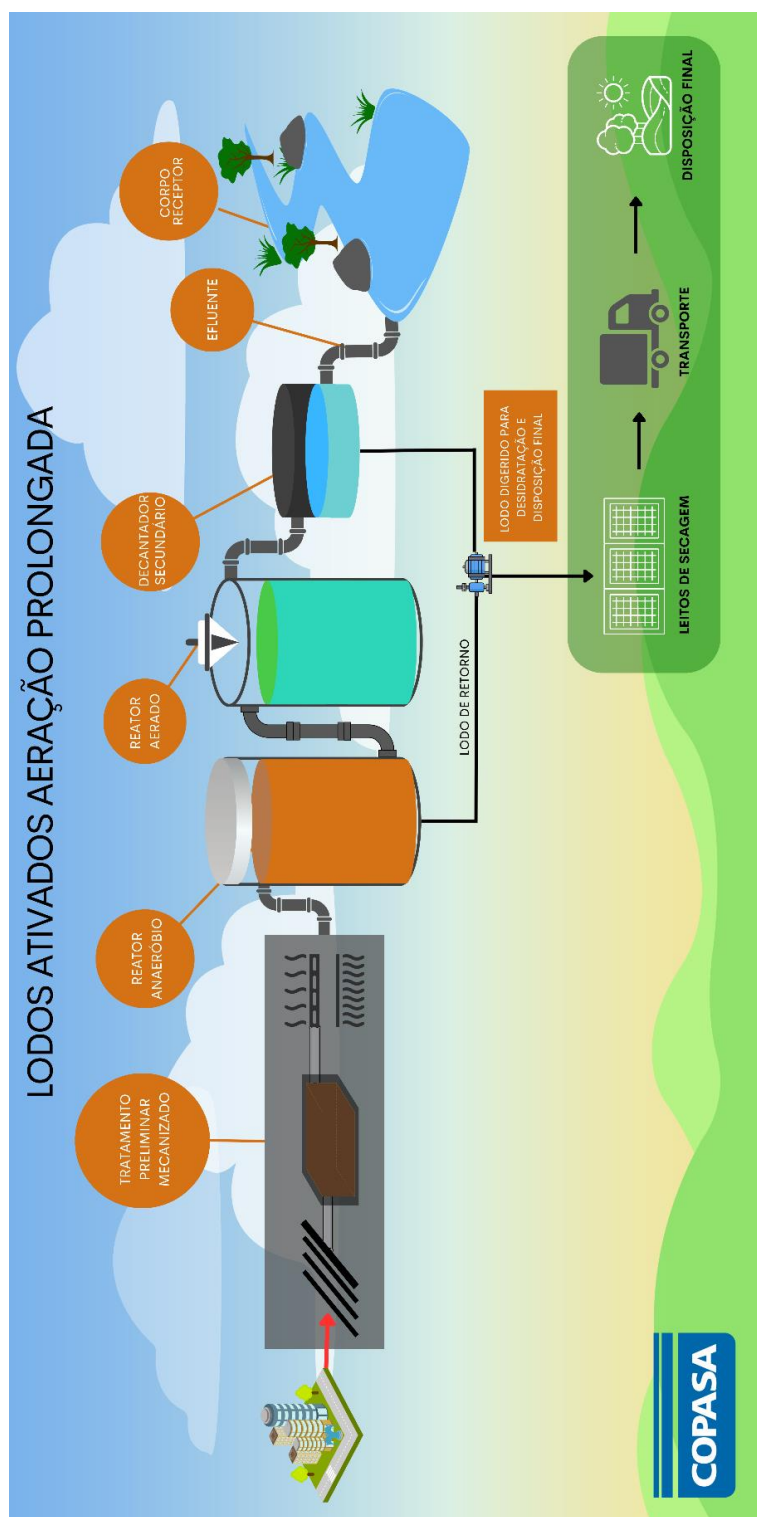


Fonte: Cadastro PLANAL e COPASA MG.

Os interceptores serão implantados ao longo das margens do corpo receptor, Ribeirão Santa Teresa, e também às margens da linha férrea, de modo a coletar o esgoto transportado pela rede. Duas Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) serão implantadas no sistema com o objetivo de bombear – ou recalcar – os efluentes brutos de pontos na rede onde, devido a obstáculos topográficos, não é possível seu transporte por gravidade.

A capacidade nominal de tratamento da ETE a ser implantada será de 18,32 L/s, de forma a atender à demanda do município considerando a hipótese de crescimento populacional adotada pela COPASA MG, de acordo com dados do censo IBGE 2022 referentes ao município de Campos Altos. Em atendimento à Deliberação Normativa COPAM-CERH 8/2022, a ETE proposta possuirá, além do tratamento convencional, - com etapas de tratamento preliminar, reator UASB, reator aeróbio – tecnologia de lodos ativados decantador secundário, elevatória de recirculação e tubulação emissária, para garantir o cumprimento dos parâmetros de qualidade quanto à remoção do nitrogênio amoniacal. O fluxograma do tratamento proposto é apresentado na Figura 188.

Figura 188 – Fluxograma da ETE Prevista para a Sede

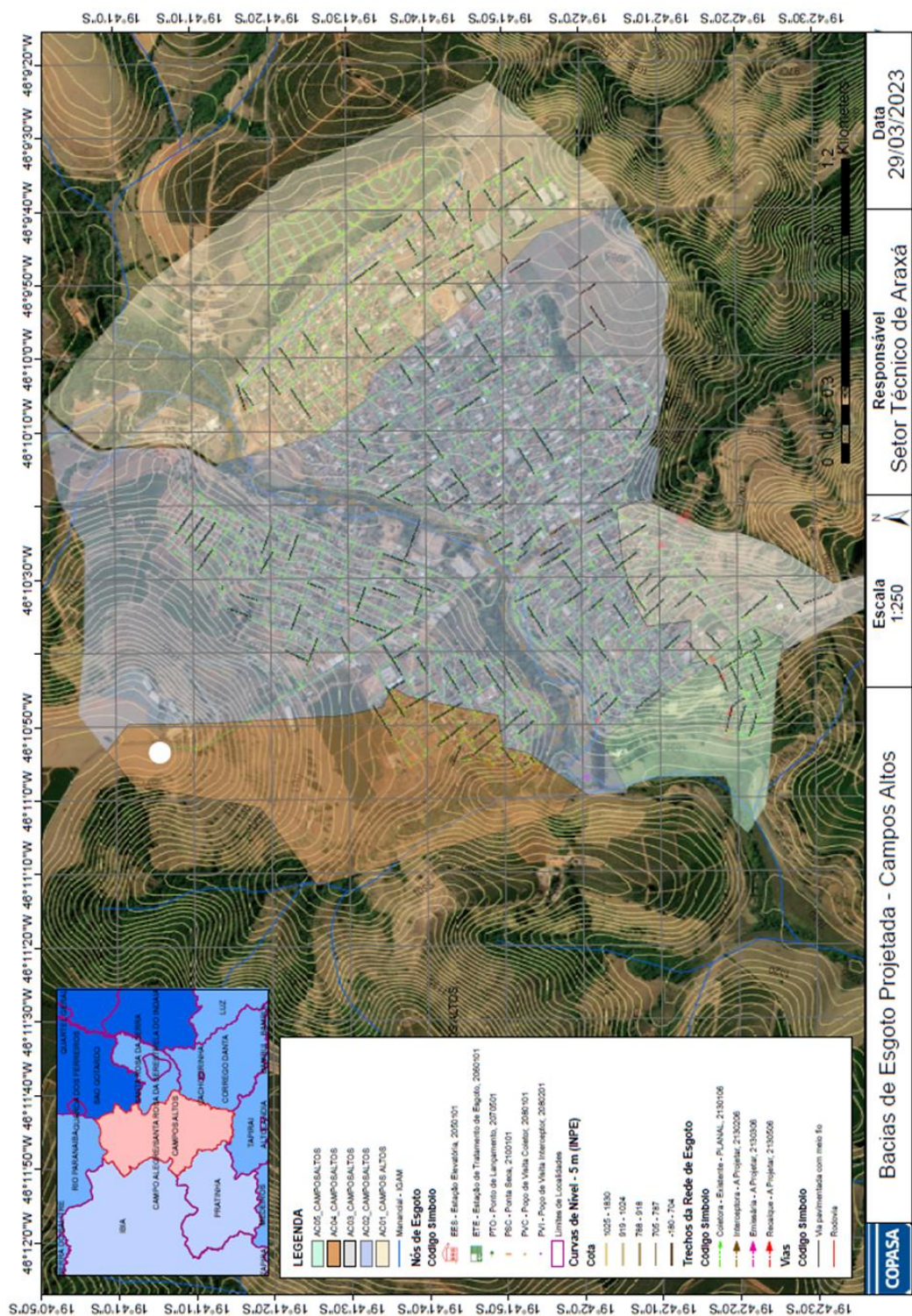


Fonte: COPASA MG, 2023

Considerando que a população de Campos Altos divulgada no Censo do IBGE de 2010 foi de 14.206 habitantes e que a população divulgada no Censo do IBGE de

2022 foi de 12.979 habitantes, infere-se que há uma tendência de queda, o que é corroborado pela taxa de crescimento geométrica negativa, de -0,75, apresentada no mesmo documento. Visando ao atendimento à população em eventuais acréscimos sazonais, considerou-se a população constante ao longo do período da concessão. Considerando essa premissa e utilizando também os dados internos da Companhia, de sistemas de esgotamento sanitário de porte e complexidade semelhantes à Campos Altos, propõe-se a implantação de uma ETE com capacidade de 18,32 L/s. O sistema de esgotamento sanitário projetado para Campos Altos é mostrado sobreposto às sub-bacias de esgotamento nos mapas georreferenciados da Figura 187 e Figura 189.

Figura 189 – SES Projetado



Fonte: Cadastro PLANAL e COPASA MG, 2023.

ii. São Jerônimo dos Poções

As residências do Distrito de São Jerônimo dos Poções são dotadas, em sua maioria,

de fossas rudimentares como forma de afastamento do esgoto, conforme ilustrado na Figura 190.

A fossa rudimentar consiste em uma escavação realizada no solo, sem revestimento adequado, podendo ou não ser coberta, e de forma que todos os dejetos lançados entram em contato direto com o solo.

O conteúdo depositado nesse tipo de fossa infiltra e se dissipa no solo sem nenhum tratamento, sendo um vetor de contaminação do solo e do lençol freático, criando um problema ambiental.

Figura 190 – Modelo de fossa rudimentar



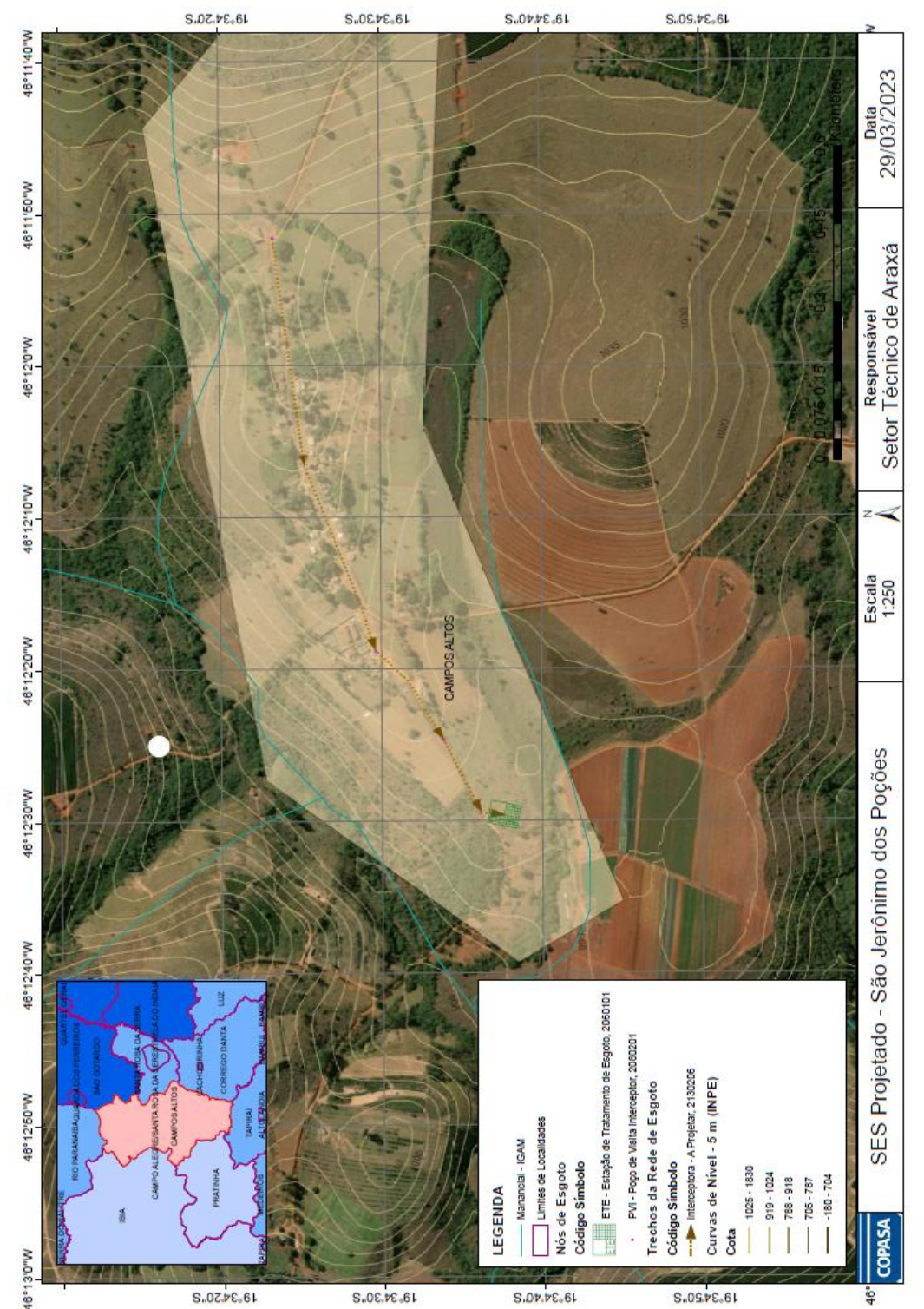
Fonte: Limpa Fossa Curitiba <<https://limpafossacuritiba.com.br/fossa-enchendo-muito-rapido/>>

O sistema proposto para a localidade irá contar com uma rede coletora na rua principal, com capacidade de coletar o efluente de todas as residências existentes, e transportá-lo até o local em que será construída a Estação de Tratamento de Esgoto. A capacidade nominal da ETE proposta será de 0,5L/s, atendendo à população de

final de plano projetada, e possuirá as etapas de tratamento preliminar seguido por sistema alagado construído (*Wetland*) de escoamento vertical. Essa tecnologia de tratamento é capaz de remover a matéria orgânica, sólidos em suspensão e o nitrogênio amoniacal, de forma a atender à Deliberação Normativa COPAM-CERH 8/2022. Na Figura 191 é mostrada a localização georreferenciada de cada unidade do sistema.

Além disso, o sistema *Wetland* construído apresenta como uma das vantagens a possibilidade de ser construída como um ícone de sustentabilidade e paisagismo. A presença da vegetação no sistema e a ausência de maus odores, ruídos e aspectos visualmente desagradáveis transforma o olhar dos usuários sobre o tratamento dos esgotos e contribuem para a educação ambiental.

Figura 191 – SES Projetado Distrito de São Jerônimo dos Poções



Fonte: COPASA MG, 2023

2b) Redes Coletoras e Ligações Prediais

1) Avaliação das infraestruturas que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário

i. Sede

De acordo com o PMSB (2022), a sede do município de Campos Altos possui 6.200 ligações prediais de esgoto ativas, conectadas às redes existentes na sede municipal. Essas ligações não possuem Poço Luminar (PL), o qual tem a função de possibilitar a inspeção e desobstrução do ramal predial de esgoto.

Conforme banco de dados da COPASA MG, Campos Altos conta com 4.968 ligações de água e 5.154 economias de água. Esses dados base foram utilizados para quantificar, de forma estimada, o número de ligações de esgoto.

O acesso à rede coletora se dá por Poços de Visita (PV) distribuídos ao longo do traçado da rede, conforme Figura 192. As manutenções necessárias são atualmente realizadas apenas corretivamente e sob demanda dos moradores da sede municipal, por equipe técnica própria da Prefeitura Municipal que, de acordo com o PMSB, é insuficiente.

Figura 192 – Poço de Visita de esgoto instalado nas redes coletoras de esgoto



Fonte: Visita Técnica Copasa, 2023.

De acordo com cadastro realizado recentemente pela empresa Planal Engenharia, a rede coletora de esgoto existente possui extensão de 54.620 m, cobrindo 98% da área urbana da sede e realizando a coleta de 97,41% do efluente produzido.

A maior parte das redes coletoras de esgoto existentes estão implantadas no leito carroçável das vias públicas, com exceção de alguns trechos instalados em passeios.

As redes coletoras de esgoto são predominantemente de Manilha de Barro Vitrificado (MBV), entretanto, há alguns trechos em PVC. Na Tabela 29 são apresentados os quantitativos de redes coletoras, seus respectivos materiais e diâmetros.

Tabela 29 – Quantitativos da rede coletora de esgoto

Material	Diâmetro	Extensão (m)
MBV	63,43	63,47
MBV	150	35.267,93
MBV	200	14.132,60
MBV	300	830,38
PVC	150	4.325,86
	TOTAL	54.620,24

Fonte: Cadastro PLANAL.

As redes coletoras de esgoto são antigas, tendo sido construídas há algumas décadas, o que culmina em estado de conservação precário em alguns segmentos. Conforme pode ser observado na tabela acima, existem também trechos em que os diâmetros das tubulações são incompatíveis com o volume de esgoto a ser transportado, existindo, por exemplo, redes coletoras com diâmetro de 63,43 mm. De acordo com a NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto, os diâmetros a empregar nas redes coletoras não devem ser inferiores a 100 mm.

A rede coletora opera por gravidade e lança os efluentes sem tratamento em diversos locais ao longo do ribeirão Santa Teresa, conforme apresentado na Figura 193 e Figura 194.

Figura 193 – Indicação do ponto de lançamento de esgoto *in natura*



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 194 – Lançamento de esgoto *in natura* no ribeirão Santa Teresa



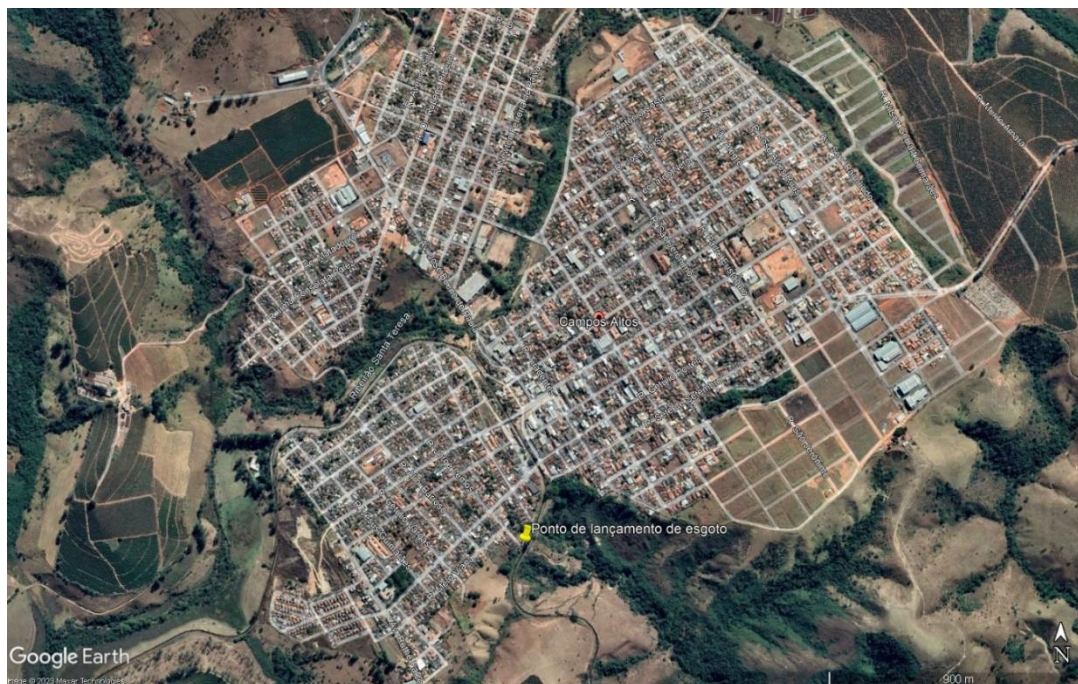
Fonte: Visita Técnica COPASA MG, 2023

O sistema implantado é separador absoluto, ou seja, faz apenas a coleta e o

transporte do esgoto sanitário, sendo separado do sistema de drenagem pluvial. O PMSB, entretanto, relata a existência de pontos na rede de esgoto onde são lançadas águas pluviais, sobretudo em pontos residenciais. Também é destacado no PMSB a existência de lançamentos de esgoto em redes de drenagem pluvial.

Devido à topografia e à falta de infraestrutura, existem pontos de lançamento de esgoto bruto diretamente no solo, conforme mostrado em um exemplo na Figura 195 e Figura 196 . Será necessária a construção de elevatória para a devida destinação do esgoto para a rede coletora e, posteriormente, para a Estação de Tratamento de Esgoto.

Figura 195 – Ponto de lançamento esgotos no solo



Fonte: Imagem adaptada do Google Earth, 2023

Figura 196 – Lançamento de esgoto in natura no solo



Fonte: Visita Técnica Copasa, 2023

As manutenções corretivas das redes coletoras de esgoto (RCE), em Manilha de Barro Vitificado, envolvem rotinas de recuperação de trechos de redes. Na Figura 197 é destacado um local com ruptura de um pequeno trecho de RCE, que foi recuperado pela equipe operacional.

Figura 197 – Trecho de rede coletora de esgoto danificado



Fonte: Visita técnica COPASA MG, 2023.

Durante a visita técnica, foi identificado que, em função de ruptura da rede sem o respectivo reparo, o esgoto da Rua Cornélia Alves Bicalho foi conectado diretamente na rede pluvial, conforme ponto indicado na Figura 198. Sendo assim, faz-se necessária a realização da correção e interligação na rede adequada.

Figura 198 – Lançamento de esgoto na rede pluvial



Fonte: Imagem adaptada do Google Earth (2023).

Na Figura 199 é mostrado locais onde existem travessias de redes de esgoto cruzando a linha férrea, o que dificulta a realização de manutenções.

Figura 199 – Travessias de rede coletora de esgoto sob linha férrea



Fonte: Visita Técnica COPASA MG, 2023.

As rotinas operacionais envolvem manutenções, conforme descrito a seguir.

Desentupimento imediato de rede e ligação de esgoto: compreende todos os serviços necessários ao completo desentupimento das tubulações e restabelecimento normal dos fluxos de esgotos através de processos manuais, com a utilização basicamente de arames e vergalhões, conforme ilustrado na Figura 200.

Figura 200 – Desentupimento de tubulações com arame com acesso pelo PV



Fonte: COPASA MG, 2023

Limpeza de redes de esgoto através do hidrojateamento: compreende todos os serviços necessários à desobstrução das redes de esgotos através da associação das funções de desentupimento e retrolavagem, combinando alta pressão e sucção simultânea dos detritos. As Figuras 201 e 202 representam a execução do serviço de limpeza, desobstrução e sucção de esgoto com auxílio do caminhão hidrojato.

Figura 201 – Limpeza, desobstrução e sucção de esgoto com caminhão hidrojato



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 202 – Limpeza, desobstrução e sucção de esgoto com caminhão hidrojato



Fonte: COPASA MG, 2023

Alteamento/rebaixamento de Poço de Visita (PV): Compreende todos os serviços

necessários à colocação ou substituição do conjunto tampa e aro em poços de visita ou caixas de inspeção e manobras, com elevação da cota de assentamento até o nivelamento adequado com a via. A Figura 203 representa etapas da execução do serviço de alteamento de PV.

Figura 203 – Serviço de alteamento de PV antes e após execução



Fonte: COPASA MG, 2023

Filmagens de redes: compreende a inspeção e obtenção de informações que permitam identificar as condições estruturais e hidráulicas da rede, possíveis anomalias, além da identificação de ligações irregulares. Na Figura 204 é mostrado o serviço de filmagem de rede.

Figura 204 – Filmagens de rede de esgoto



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

Atualmente, não há sistema coletivo de esgotamento sanitário em São Jerônimo dos Poções e a maior parte das residências possui fossa rudimentar individual, conforme ilustrado na Figura 205. Essa situação é ambientalmente inadequada, porém, não gera ônus financeiro à população.

Figura 205 – Modelo de fossa rudimentar individual

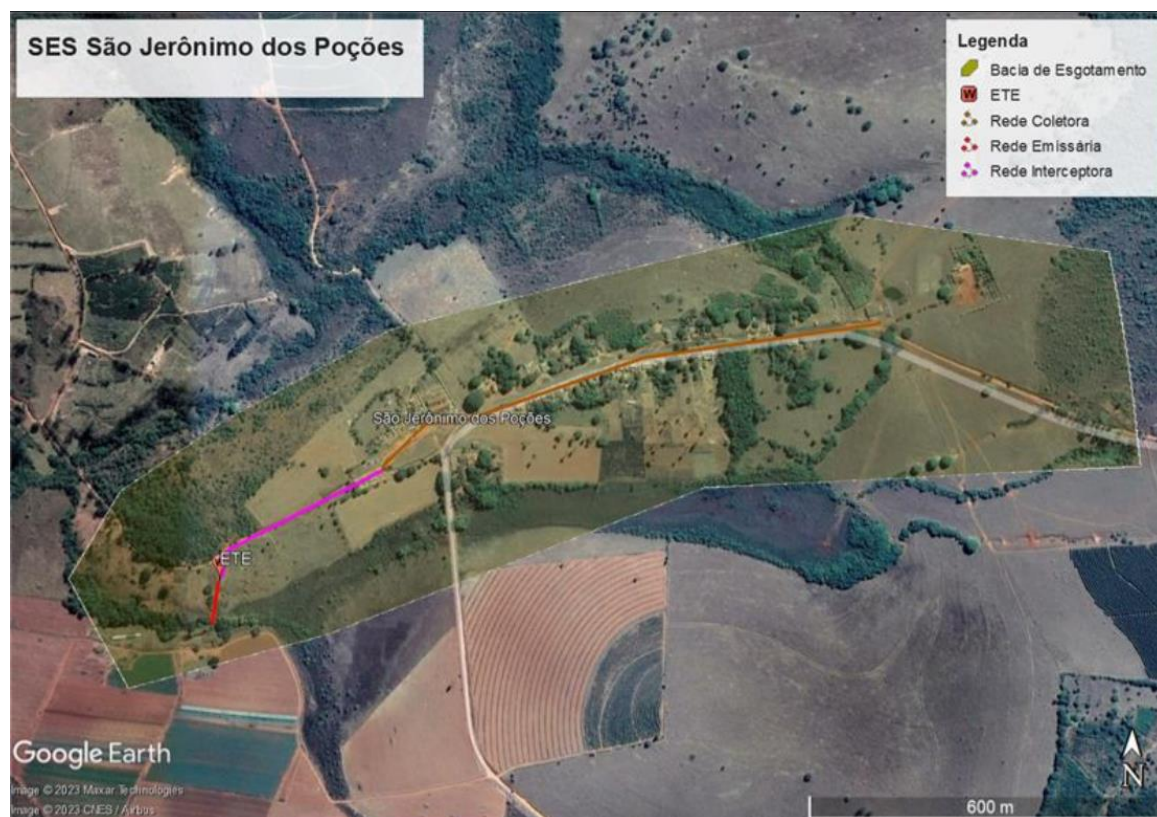


Fonte: Limpa Fossa Curitiba.

O sistema proposto para a localidade irá contar com a implantação de ligações prediais de esgoto, poços de visita e uma rede coletora em PVC DN150 na rua principal, conforme mostrado na Figura 206 , com capacidade de coletar o efluente de todas as residências da localidade, e transportá-los até o local em que será construída a ETE, que será detalhada em item específico.

Uma vez implantada rede coletora, as rotinas operacionais de manutenção serão análogas às descritas para a sede, a saber: desentupimento imediato e ligação de esgoto, limpeza de redes de esgoto através do hidrojateamento, Alçamento/rebaixamento de Poço de Visita (PV), filmagens de redes.

Figura 206 – Rede coletora projetada



Fonte: Imagem adaptada do Google Earth (2023).

2) Proposição de soluções para os problemas críticos

A seguir, constam os principais problemas críticos encontrados nas redes coletoras e ligações prediais existentes, com as respectivas soluções propostas.

i. Sede

A padronização das ligações, com instalação de poço luminar, com objetivo de possibilitar a inspeção e desobstrução do ramal predial de esgoto, será realizada de forma gradativa, quando houver necessidade de manutenção da ligação ou ramal.

Trechos das redes de manilha de barro existentes serão gradativamente substituídas por tubos de PVC, conforme necessidades operacionais, como manutenção corretiva em caso de rompimento, desobstrução ou má conservação.

Considerando a cobertura de 98% informada no cadastro da PLANAL, bem como os dados de localidades já operadas pela COPASA MG, foi prevista a substituição/implantação de 5.000 metros de rede coletora, sendo a maior proporção

referente à identificação e substituição dos trechos críticos, já nos primeiros anos do horizonte de projeto. As novas ligações prediais e redes coletoras serão construídas em tubos de PVC DN 100 e DN 150, respectivamente. Além disso, serão construídos poços de visita para permitir a manutenção corretiva e preventiva da rede em locais estratégicos.

Para eliminar o lançamento de esgoto sem tratamento em corpos hídricos, serão implantados interceptores, Estações Elevatórias de Esgoto, Estação de Tratamento de Esgoto e emissário.

A COPASA MG conta com programas e iniciativas que visam identificar e eliminar lançamentos de esgoto indevidos, estimulando a adesão da população ao sistema de esgotamento sanitário disponível, trazendo benefícios ambientais com a despoluição de corpos hídricos. Além disso, são realizadas obras pontuais para a retirada desses lançamentos. Ressalta-se, porém, que a Concessionária não tem poder de polícia para multar usuários que não estão interligados à rede disponível, cabendo-lhe apenas a notificação.

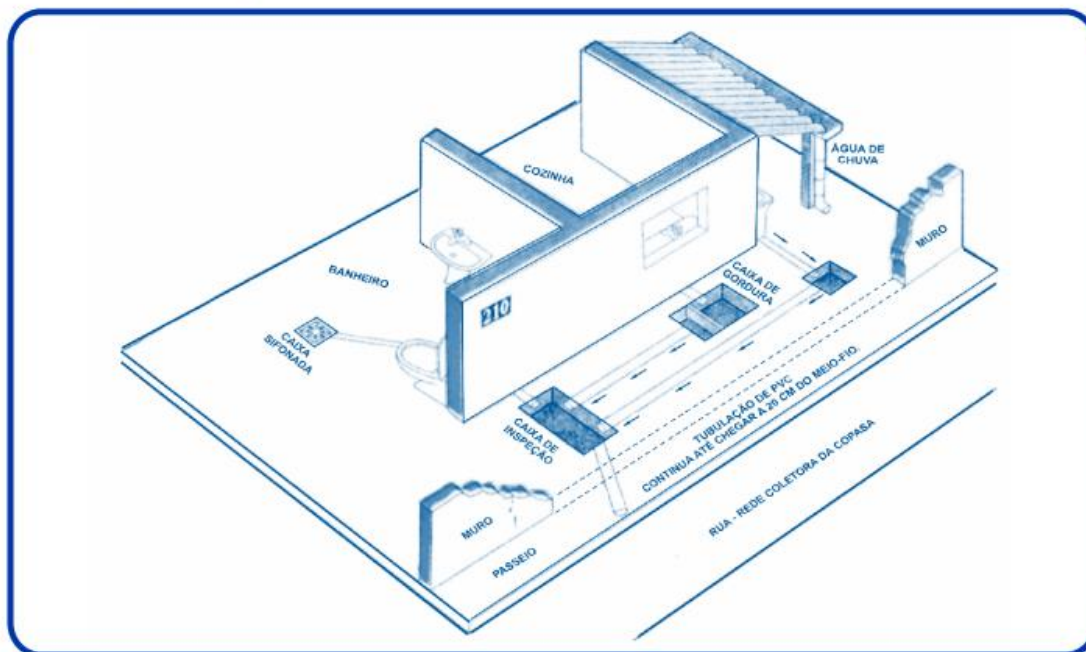
METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Falta de cobertura total da malha urbana e redes coletoras em condições precárias.	Substituição e implantação de 5.000 metros de rede coletora.	Ao longo do período de concessão.

ii. São Jerônimo dos Poções

O distrito de São Jerônimo dos Poções não conta com sistema coletivo de coleta e transporte de esgoto. A interrupção do lançamento de esgoto em fossas rudimentares individuais deverá ser realizada mediante a implantação do sistema coletivo coletor, bem como realização de trabalhos educativos de conscientização dos moradores. Para funcionamento correto do sistema proposto, deverão ser instaladas estruturas internas, de responsabilidade dos clientes, tais como caixa de gordura e caixa de passagem, compondo o ramal interno do imóvel, conforme Figura 207.

Figura 207 – Esquema de construção de ramal interno de esgoto

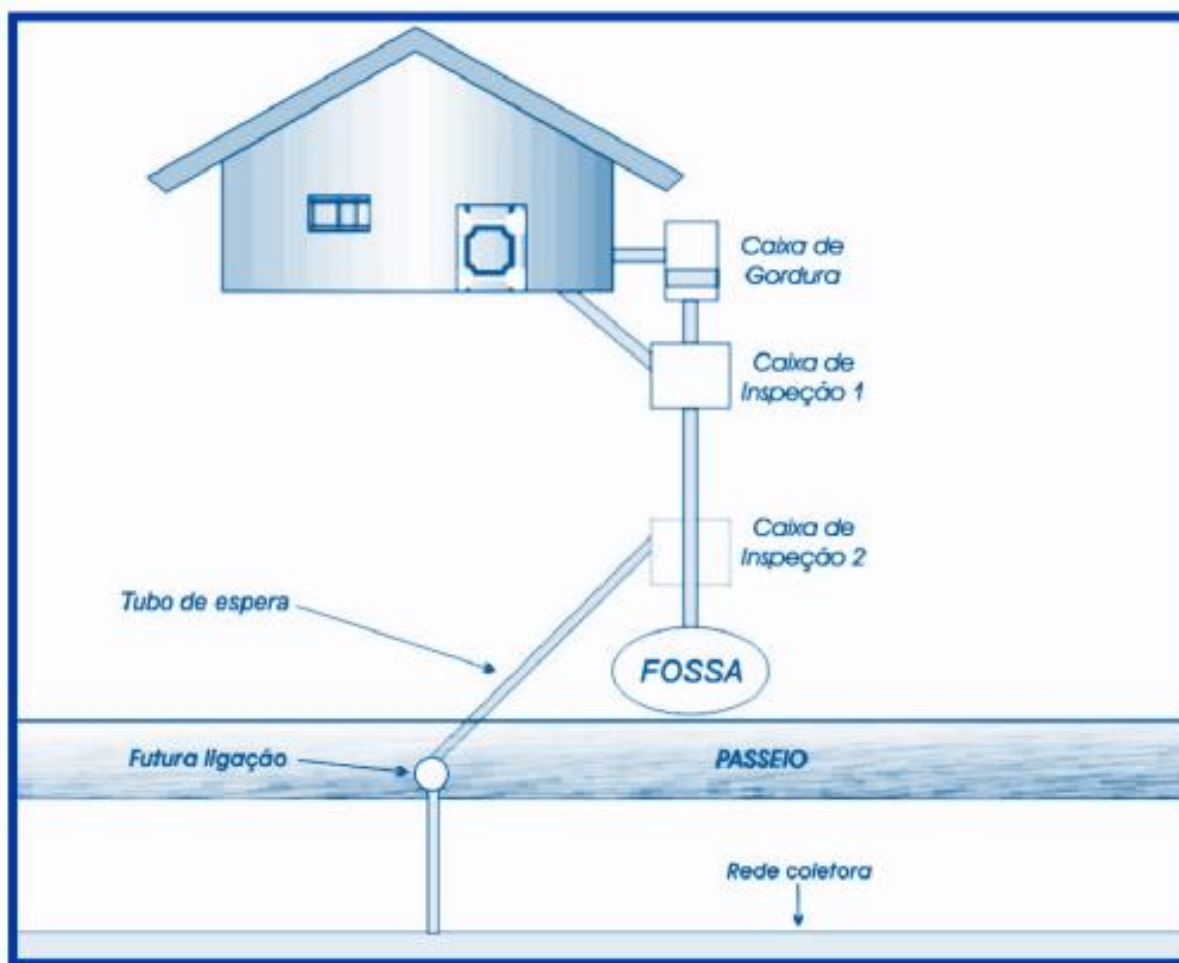
Para fazer o ramal interno, observe o esquema mostrado no desenho e as recomendações a seguir:



Fonte: COPASA MG, 2023

O ramal interno será conectado à rede coletora a ser implantada, conforme Figura 208. A construção de uma rede coletora DN 150 será suficiente para a coleta do efluente de todos os imóveis, o qual será transportado diretamente para a ETE.

Figura 208 – Esquema de interligação do ramal a rede coletora



Fonte: COPASA MG, 2023

Por questões socioeconômicas e culturais da localidade, há um risco de que os habitantes não queiram aderir ao sistema coletivo de esgotamento sanitário que, embora ambientalmente adequado, irá gerar o ônus da cobrança tarifária.

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Ausência de redes coletoras	Implantação de 1.000 metros de rede coletora e ligações prediais	Longo

Sendo assim, cumpre destacar a importância do trabalho social, esclarecendo sobre os benefícios do sistema de tratamento proposto e incentivando a população a aderir à rede coletora de esgoto a partir de sua implantação. Para garantir maior eficácia,

esse trabalho deverá ser realizado pela Concessionária, em parceria com o Município.

3) Descrição das unidades que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário

i. Sede

As ligações prediais, novas e de substituição, serão implantadas em tubo de PVC branco DN 100, conforme ilustrado na Figura 209.

Figura 209 – Tubo utilizado nas ligações prediais



Fonte: COPASA MG, 2023

No passeio, será construído um poço luminar (PL) com profundidade variando entre 0,70 a 1,0 m, de forma a possibilitar a inspeção e desobstrução do ramal predial de esgoto. Na Figura 210 é apresentado um modelo de PL utilizado pela COPASA MG.

Figura 210 – Exemplo de construção de Poço Luminar no passeio



Fonte: COPASA MG, 2023

As redes existentes em tubo PVC ocre DN 150 serão mantidas e alguns trechos das redes de manilha de barro existentes, com diâmetros variando entre 63 e 200 mm, serão gradativamente substituídos, conforme necessidades operacionais, tais como manutenção corretiva em caso de rompimento, desobstrução ou má conservação.

As redes coletoras novas e as que serão substituídas serão construídas no terço inferior da via pública, em tubo de PVC ocre DN 150, conforme ilustrado na Figura 211, com declividade mínima de 1% e recobrimento mínimo de 0,90 m da geratriz superior da tubulação.

Figura 211 – Tubo utilizado nas redes coletoras



Fonte: COPASA MG, 2023

Ao longo da rede serão construídos poços de visita, distantes entre si em, no máximo, 80 metros. Os PVs serão construídos com manilhas de concreto e tampa de ferro fundido, conforme apresentado Figura 212.

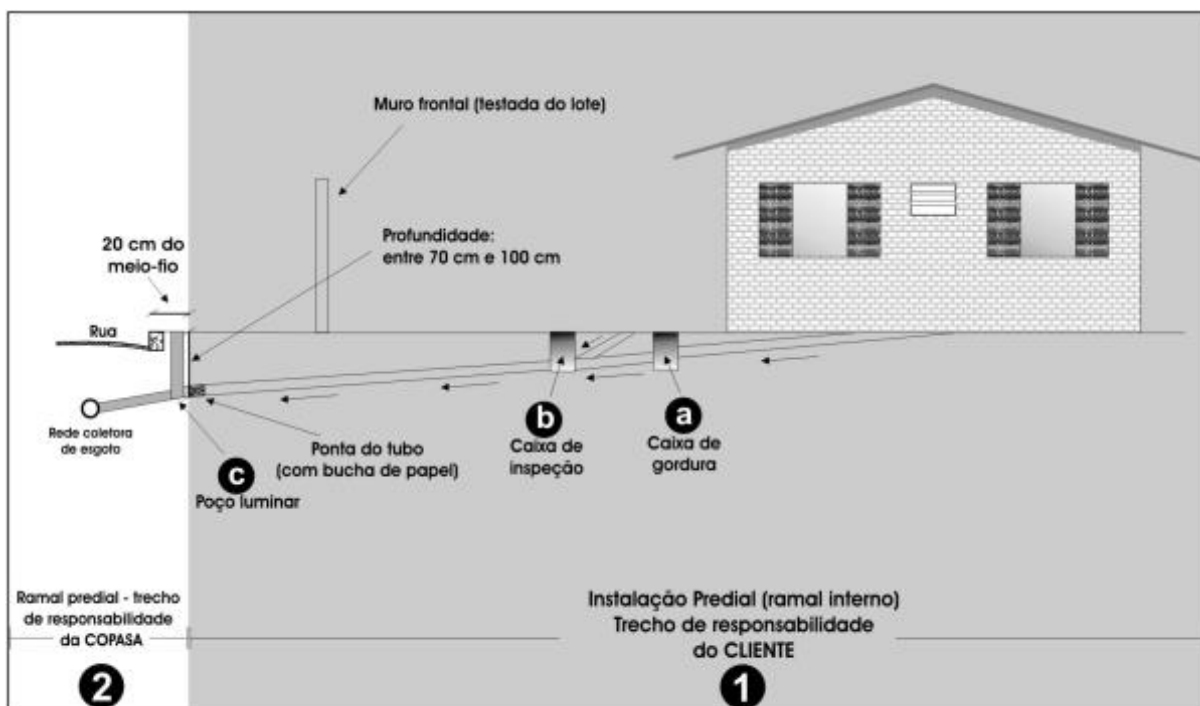
Figura 212 – Exemplo de construção de PV



Fonte: COPASA MG, 2023

Na Figura 213 é mostrada uma representação esquemática de uma ligação predial de esgoto conectada à rede coletora.

Figura 213 – Ligação de esgoto à rede coletora



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poços

As ligações prediais de esgoto serão feitas com tubos de PVC branco DN 100 e, no passeio, será construído um poço luminar com profundidade variando entre 0,70 e 1,0 m. O ramal interno deverá conter caixa de gordura e caixa de passagem, conforme apresentado nas Figura 207 e Figura 208.

A rede coletora será construída no terço inferior da via pública, em tubo de PVC ocre DN 150, com declividade mínima de 1% e recobrimento mínimo de 0,90 m da geratriz superior da tubulação.

Ao longo da rede serão construídos poços de visita, distantes entre si em, no máximo, 80 metros. Os PVs serão construídos com manilhas de concreto e tampa de ferro fundido, seguindo o mesmo padrão das unidades a serem utilizadas na sede municipal.

2c) Interceptores e Emissários

1) Proposição de soluções para os problemas críticos

A seguir, constam os principais problemas críticos encontrados, com as respectivas

soluções propostas.

i. Sede

Atualmente existem diversos pontos de lançamento de esgoto sem tratamento na sede municipal. Para eliminar essas inconformidades e direcionar o fluxo de esgotos para a estação de tratamento proposta, serão construídos interceptores, os quais irão receber os efluentes das redes coletoras e encaminhá-los à ETE. O fato de o Ribeirão Santa Teresa atravessar a área habitada, somado às dificuldades de acesso e necessidade de realização de várias travessias, enseja a construção de interceptores em ambas as margens do ribeirão, até um ponto que serão reunidos em um único interceptor, de maior diâmetro, que irá conduzir o esgoto até a Elevatória final.

O emissário a ser implantado tem como finalidade o lançamento do efluente tratado da ETE no corpo receptor.

Parte dos interceptores e emissário serão implantados em terrenos de terceiros, sendo necessária a regularização das áreas previamente às implementações.

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Lançamentos diversos de esgoto bruto nos córregos	Implantação de, aproximadamente, 4.925 metros de interceptores PVC DN 200 e DN 300.	Curto
Ausência de tratamento de esgoto e lançamento de efluente tratado	Implantação de, aproximadamente, 200 metros de emissário PVC DN 300.	Curto

ii. São Jerônimo dos Poções

Com objetivo de direcionar o esgoto coletado para o sistema de tratamento proposto, será necessária a implantação de interceptor.

O emissário a ser implantado tem como finalidade o lançamento do efluente tratado da ETE no corpo receptor.

Parte dos interceptores e emissário será implantada em terrenos de terceiros, sendo necessária a regularização das áreas previamente às implementações.

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Inexistência de interceptores	Implantação de, aproximadamente, 350 metros de interceptor PVC DN 150.	Longo
Ausência de tratamento de esgoto e lançamento de efluente tratado	Implantação de, aproximadamente, 220 metros de emissário PVC DN 150.	Longo

2) Apresentação dos critérios de dimensionamento

Para o dimensionamento dos interceptores e emissários, tanto da sede quanto da localidade São Jerônimo dos Poções, foram observadas as diretrizes da ABNT NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto. Foram utilizados os seguintes critérios e fórmulas:

Fórmula de Manning, cuja expressão é a seguinte:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot I^{1/2}}{\eta}$$

$$Q = S \cdot \frac{R^{2/3} \cdot I^{1/2}}{\eta}$$

Onde:

- Q = Vazão de dimensionamento (m³/s);
- V = Velocidade de escoamento (m/s);
- S = Seção de escoamento (m²);
- R = Raio Hidráulico (m);
- I = Declividade do conduto (m/m);
- η = Coeficiente de rugosidade.

Para garantir a autolimpeza dos tubos, verifica-se a velocidade mínima do fluxo em cada trecho, como preconiza a ABNT. A velocidade máxima de escoamento foi mantida em 5,0 m/s, para o coeficiente de rugosidade adotado. A lâmina líquida

máxima adotada é igual a 75% do diâmetro da tubulação, ou 50% do diâmetro, no caso de ser ultrapassada a velocidade crítica, calculada como se segue:

$$V_c = 6. (g. Rh)^{1/2}$$

onde:

- V_c = Velocidade crítica
- g = Aceleração da gravidade (m/s^2)
- Rh = Raio Hidráulico (m)

Os diâmetros dos interceptores serão calculados de acordo com o volume de contribuição de cada sub-bacia, com base no consumo per capita, coeficiente de retorno e taxa de infiltração adotados. Quanto ao material proposto para os interceptores, foi considerada a utilização de tubos de PVC, nos diâmetros entre 150 e 300 mm.

3) Relação e localização das unidades que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário

i. Sede

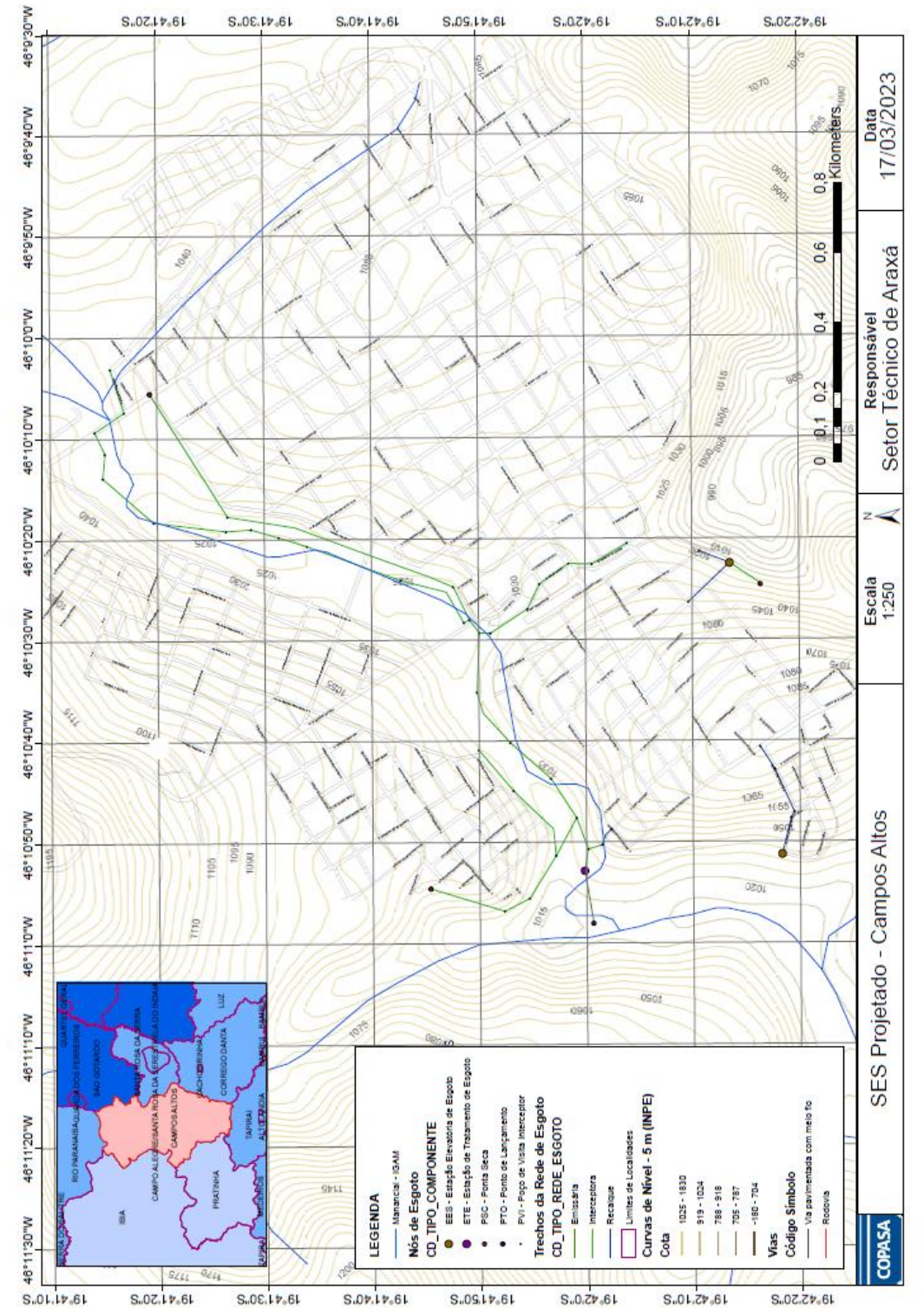
Para a sede municipal, foi prevista a implantação de sete trechos de interceptores em tubos de PVC ocre DN200, totalizando 4.200 metros de extensão. Esses interceptores serão implantados predominantemente às margens do ribeirão Santa Teresa, com exceção de dois trechos, sendo um deles um pequeno trecho de interceptor a ser construído à margem do córrego Barreiro e o outro trecho margeando a linha férrea. Os interceptores serão responsáveis por recolher as contribuições das redes coletoras, transportando o efluente bruto até o ponto em que seja possível a interligação em um único interceptor, de maior diâmetro, nas coordenadas latitude $19^{\circ}41'50.10''$ S e longitude $46^{\circ}10'29.46''$ O.

A partir desse ponto, o efluente bruto será conduzido através de, aproximadamente, 725 m de tubo PVC ocre DN 300 até a Estação de Tratamento de Esgoto.

Os efluentes tratados serão destinados ao corpo receptor, ribeirão Santa Teresa, através de, aproximadamente, 200 metros de emissário, em tubo de PVC ocre DN 300.

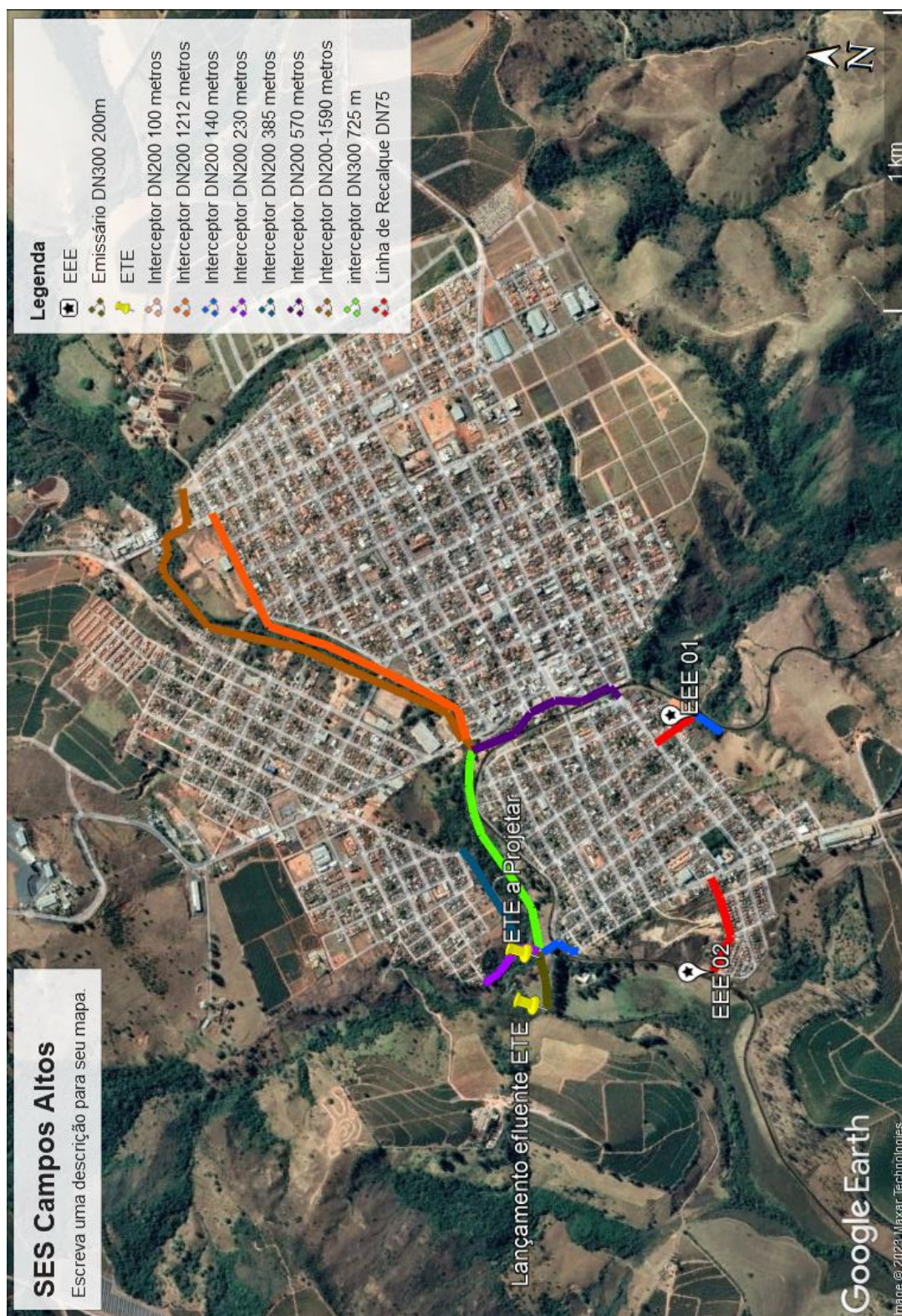
Nas Figuras 214 e 215 são mostrados os interceptores e emissário projetados para o sistema de esgotamento sanitário da sede de Campos Altos.

Figura 214 – Interceptores e emissários projetados



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 215 – Interceptores e emissários projetados



Fonte: Imagem adaptada do Google Earth (2023).

Na Figura 216 é mostrado o ponto de lançamento de efluente tratado, localizado nas coordenadas latitude 19°42'1.06"S e longitude 46°10'58.05"O, a cerca de 200 metros do ponto de implantação da ETE. O acesso ao local é feito por estrada de terra, após a travessia da linha férrea, no final da rua Jesus Guimarães.

Figura 216 – Indicação do ponto de lançamento de efluente da ETE



Fonte: COPASA MG, 2023

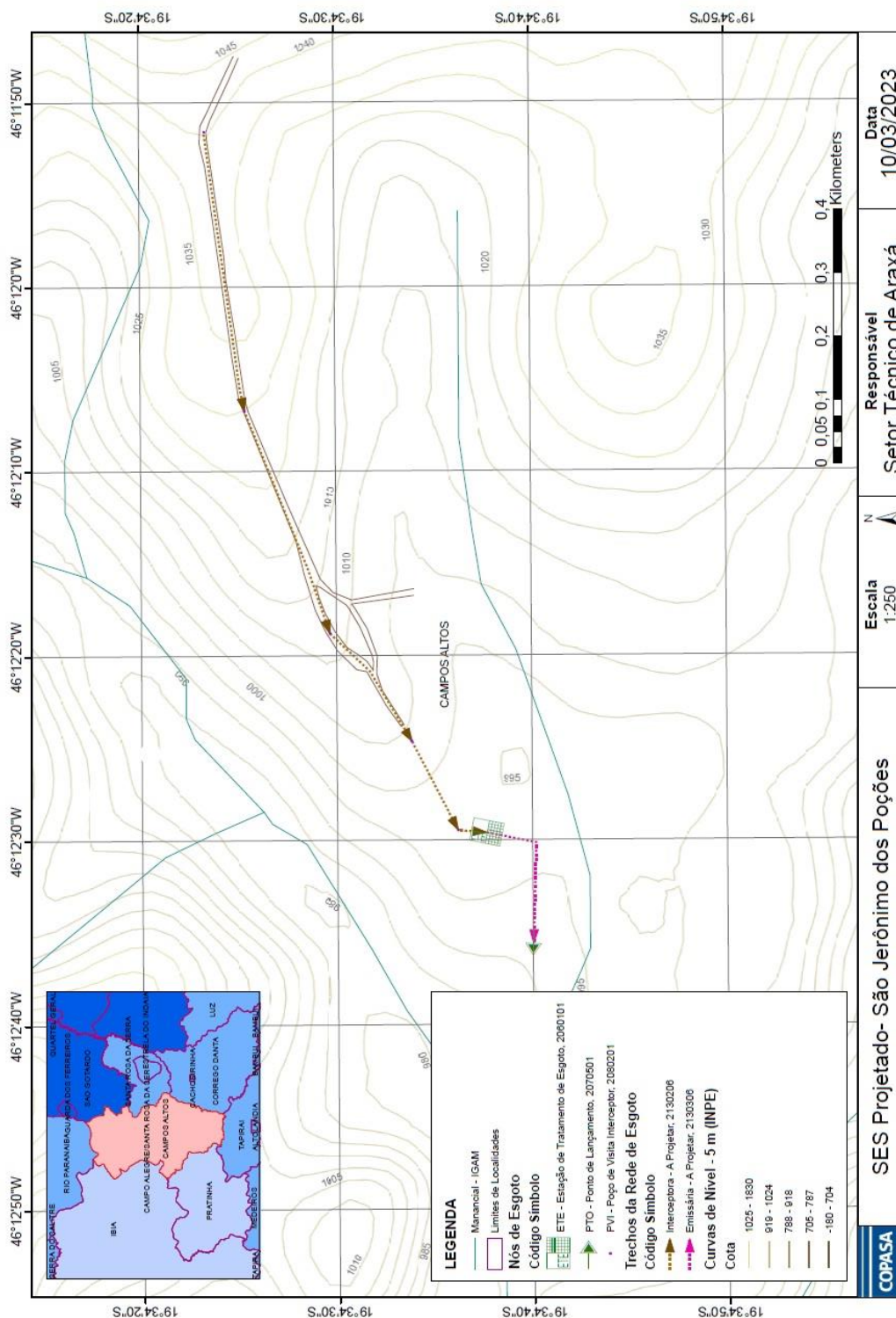
ii. São Jerônimo dos Poções

Para o sistema de esgotamento sanitário proposto para São Jerônimo dos Poções foi prevista a implantação de cerca de 350 metros de interceptor, em tubo de PVC ocre DN 150, interligando a rede coletora até a ETE.

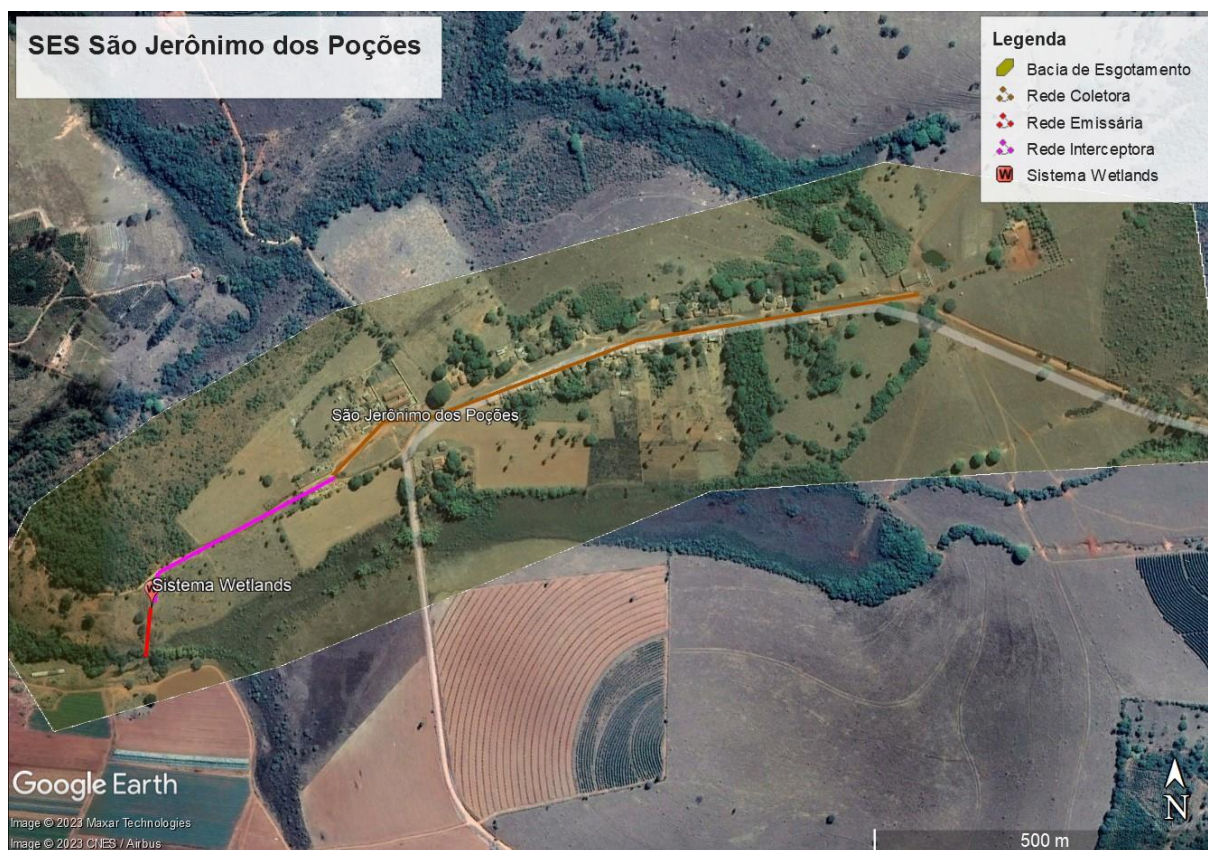
Os efluentes tratados serão destinados ao corpo receptor através de, aproximadamente, 220 metros de emissário, em tubo de PVC ocre DN 150.

Nas Figuras 217 e 218 são apresentados o interceptor e o emissário projetados para o sistema de esgotamento sanitário de São Jerônimo dos Poções.

Figura 217 – Interceptor projetado em São Jerônimo dos Poções



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 218 – Interceptor e emissário

Fonte: Imagem adaptada do Google Earth (2023).

4) Descrição física das unidades que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário

i. Sede

Considerou-se, para elaboração de proposta de solução, o fato de o Ribeirão Santa Teresa atravessar a área habitada, somado às dificuldades de acesso e necessidade de realização de várias travessias. Propõe-se a construção de 4.200 m de interceptores em ambas as margens do ribeirão, em tubos de PVC ocre DN 200, até um ponto em que seja possível interligá-los a um único interceptor de maior diâmetro.

A partir dessa interligação, o efluente bruto coletado será conduzido, por gravidade, através de aproximadamente 725 m de tubo PVC ocre DN 300, até a Estação de Tratamento de Esgoto.

Parte do bairro Camposaltinho pertence a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, que deverá ser transposta para a bacia do Rio Araguari, através da Estação Elevatória

de Esgoto 01 (EEE01) prevista.

A implantação deste sistema de bombeamento requer a construção de uma tubulação de recalque de cerca de 160 metros em tubo de PVC ocre DN 75, na rua Jorge Lemos, até um PV na intercessão com a rua Palestina, de onde o esgoto será encaminhado por gravidade até o interceptor mais próximo.

Outra linha de recalque deverá ser implantada para bombear o esgoto dos bairros Conjunto Vale do Sol e Vale do Sol II, no ponto mais ao sul da Área Crítica AC05. Essa linha de recalque será implantada em tubulação de PVC ocre DN 75 e irá interligar a Estação Elevatória de Esgoto 02 (EEE02) ao PV mais próximo da rua Ruthe Falco. Após esse ponto, o efluente será transportado por gravidade até o interceptor mais próximo.

Os efluentes tratados na Estação de Tratamento de Esgoto que será implantada serão destinados ao corpo receptor, ribeirão Santa Teresa, através de, aproximadamente, 200 metros de emissário, em tubo de PVC ocre DN 300, por gravidade.

Na Figura 219 é apresentado modelo de tubo PVC ocre utilizado nos interceptores e emissário, com respectivo exemplo de aplicação.

Figura 219 – Tubo utilizado nos interceptores e emissário



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

Para o sistema de esgotamento sanitário proposto para São Jerônimo dos Poções foi prevista a implantação de cerca de 350 metros de interceptor, em tubo de PVC ocre DN 150, interligando, por gravidade, a rede coletora até a ETE

Os efluentes tratados na ETE que será implantada serão destinados ao corpo receptor através de, aproximadamente, 220 metros de emissário, em tubo de PVC ocre DN 150, por gravidade.

2d) Estação de Tratamento de Esgoto e Estação Elevatória de Esgoto

A seguir, constam os principais problemas críticos encontrados, com as respectivas soluções propostas.

1) Proposição de soluções para os problemas críticos

i. Sede

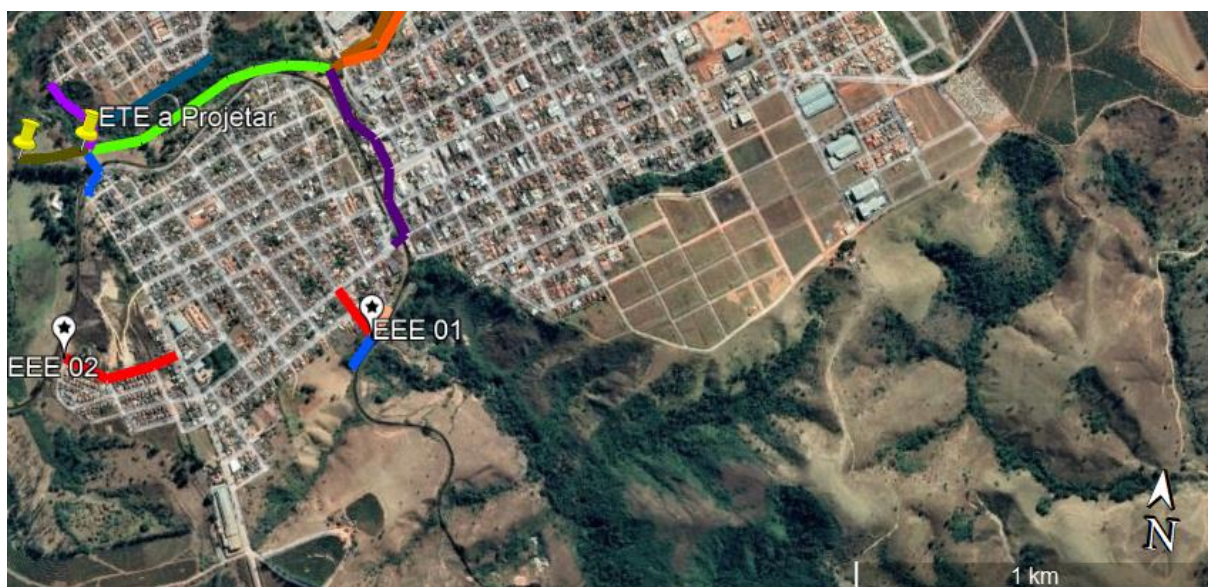
O município de Campos Altos não conta com sistema de tratamento de esgoto.

Portanto, é necessário que haja concepção, projeto e execução de obras das unidades necessárias para essa finalidade. Além disso, para que o esgoto seja direcionado à Estação de Tratamento, é preciso que haja, em dois locais da rede coletora onde a topografia é desfavorável, a implantação de estações elevatórias.

Estações Elevatórias de Esgoto

Devido à topografia favorável, o encaminhamento dos esgotos na sede municipal ocorre predominantemente por gravidade. No entanto, será necessária a implantação de duas Estações Elevatórias de Esgoto de pequeno porte, conforme ilustrado na Figura 220 .

Figura 220 – Elevatórias 01 e 02 projetadas para a sede



Fonte: COPASA MG, 2023

A EEE01, proveniente de aproximadamente 380 ligações de esgoto, com vazão de aproximadamente 1,0 l/s, será implantada para bombeamento dos esgotos gerados na AC03, que faz parte da bacia do Rio São Francisco. Será construída uma linha de recalque de aproximadamente 160 m na rua Jorge Lemos, em tubo PVC ocre DN 75, recalcando o esgoto até a rua Palestina, de onde será conduzido por gravidade até o interceptor mais próximo.

Será implantada a EEE02 para bombeamento dos efluentes gerados na AC05, proveniente de aproximadamente 122 ligações de esgoto, com vazão aproximada de 0,5 l/s. Será construída uma linha de recalque de aproximadamente 340 m, em tubo

PVC ocre DN 75, recalcando o esgoto até a rua Ruthe Falco, de onde será conduzido por gravidade até o interceptor mais próximo.

- Estação de Tratamento de Esgoto

Para tratamento dos esgotos de toda a área da sede será implantada uma Estação de Tratamento de Esgoto com capacidade de 18,32 L/s de forma a atender à demanda do município até o final do último ano da concessão⁵.

O tipo de processo de tratamento adotado para a ETE levou em conta a classe do corpo receptor e as legislações CONAMA Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005, Resolução 430 de 13 de maio de 2011 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº 8, de 21 de novembro de 2022.

O tratamento proposto conta com as seguintes unidades, que serão detalhadas nos quesitos específicos:

- Tratamento Preliminar;
- Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (UASB);
- Reator Aeróbio (lodos ativados);
- Decantador Secundário;
- Elevatória de Recirculação de Lodo;
- Leitões de Secagem de Lodo.

Para atender à Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CEHR/MG nº 8, de 2022, que estabelece as condições, padrões e parâmetros para o lançamento de efluentes em corpos hídricos receptores, a ETE contará com etapa de tratamento em Reator Aeróbio de lodo ativado, para atendimento aos parâmetros de remoção de nitrogênio amoniacal total nos efluentes.

⁵ Considerando que a população de Campos Altos divulgada no Censo do IBGE de 2010 foi de 14.206 habitantes e que a população divulgada no Censo do IBGE de 2022 foi de 12.979 habitantes, infere-se que há uma tendência de queda, o que é corroborado pela taxa de crescimento geométrica negativa, de -0,75, apresentada no mesmo documento. Visando o atendimento à população em eventuais acréscimos sazonais, considerou-se a população constante ao longo do período da concessão. Para atender ao crescimento populacional previsto, basta a implantação de uma ETE com capacidade de 18,32 L/s.

O processo de tratamento por lodos ativados consiste em tanque destinado à mistura completa do efluente do reator UASB com lodo recirculado do decantador secundário e ar, propiciando as condições ideais de proliferação de bactérias aeróbias e outros microrganismos que irão degradar a matéria orgânica e formar o lodo biológico aerado. Para a recirculação do lodo do decantador secundário, será implantada elevatória de recirculação, dimensionada para a vazão de lodo necessária ao adequado funcionamento dos reatores aerados.

Seguem abaixo problemas críticos relacionados à ETE e às Estações Elevatórias e suas respectivas soluções e prazos propostos.

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Lançamento de esgoto <i>in natura</i> nos corpos hídricos.	Implantação de Estação de Tratamento de Esgoto.	Curto
Necessidade de implantação de estação elevatória para recalque do esgoto gerado na AC03 até a rua Palestina para seguir por gravidade até a ETE.	Implantação Estação Elevatória de Esgoto 01 (EEE01)	Curto
Necessidade de implantação de estação elevatória para recalque do esgoto gerado na AC05 até a rua Ruthe Falco para seguir por gravidade até a ETE.	Implantação de Estação Elevatória de Esgoto 02 (EEE02)	Curto

ii. São Jerônimo dos Poções

A localidade conta, atualmente, com fossas rudimentares, que podem causar impacto ambiental negativo e precisam, portanto, ser substituídas.

Devido ao baixo número de residências, o tratamento convencional de esgotos em São Jerônimo dos Poções é inviável. Sendo assim, propõe-se para a localidade a implantação de uma estação de tratamento de esgoto composta por tratamento preliminar e sistema alagado construído (*Wetland*) de escoamento vertical de fluxo subsuperficial, indicado para pequenas populações, e que possui eficiência comprovada para atendimento aos padrões de lançamento requeridos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CEHR/MG nº 8, de 2022, inclusive, remoção de nitrogênio amoniacal. A Figura 221 ilustra o local proposto para a instalação da ETE.

Figura 221 – Local proposto para instalação da Wetland



Fonte: COPASA MG, 2023

A tecnologia de tratamento *Wetland* construído apresenta como uma das vantagens a possibilidade de ser construída como um ícone de sustentabilidade e paisagismo. A presença da vegetação no sistema e a ausência de maus odores, ruídos e aspectos visualmente desagradáveis transforma o olhar dos usuários sobre o tratamento dos esgotos e contribuem para a educação ambiental.

Considerando a topografia favorável do terreno, não será necessária a implantação de estação elevatória de esgoto, sendo todo o efluente bruto conduzido até o tratamento por gravidade.

METAS		
Problema Crítico	Solução Proposta	Prazo Proposto
Existência de fossas rudimentares.	Implantação de Estação de Tratamento de Esgoto.	Médio

2) Apresentação dos critérios de dimensionamento

i. Sede

Em virtude da topografia da sede, alguns pontos necessitarão da utilização de estações elevatórias de esgoto sanitário para realizar o transporte do esgoto do ponto

de coleta, através de motobombas, até a rede coletora de esgoto ou interceptor mais próximo. Na sequência, o efluente será conduzido por gravidade até a ETE.

Tanto a EEE-01 quanto a EEE-02 são elevatórias consideradas de pequeno porte e para o dimensionamento delas, bem como das respectivas linhas de recalque, foi utilizada a Norma Técnica 235/2 da COPASA MG, que tem como base a NBR 12208 – Projetos de estações elevatórias de esgoto sanitário.

Ambas as elevatórias são de pequeno porte e alta carga, com linhas de recalque longas de DN 75. Os principais dados utilizados para o dimensionamento foram:

- População atendida;
- Índice de atendimento;
- Vazão média de água consumida;
- Tipologia das ligações;
- Altura manométrica: desnível geométrico mais perda de carga;
- Taxa de retorno água/esgoto.

Pelas características locais optou-se pela utilização de sistema de bombeamento em linha com poço seco, por se tratar de uma solução econômica e limpa, pois não gera gases e não requer gradeamento, caixa de areia, poço úmido ou limpeza periódica. Sem barulho e mau cheiro, as bombas são comandadas através de controle inteligente, adaptando-se assim o seu funcionamento à vazão do efluente de entrada, e ao tipo de sólido de cada estação.

Estação de Tratamento de Esgoto – ETE

A Estação de Tratamento de Esgoto é dimensionada para suportar a vazão média de final de plano, considerando as seguintes variáveis:

- consumo per capita;
- coeficiente de retorno;
- vazão de infiltração;
- população atendida com tratamento de esgoto.

O consumo per capita adotado para o cálculo da vazão média foi obtido através da divisão do volume micromedido médio pela população atendida do município de

Campos Altos, onde a operação do sistema de abastecimento de água é feita pela Copasa. Para o Coeficiente de Retorno, foram utilizados dados internos da Copasa, de sistemas que possuem coleta e tratamento de esgoto e que apresentam características semelhantes à Campos Altos.

O tratamento preliminar é dimensionado para a vazão máxima horária. Seus elementos são dimensionados com base na Norma ABNT NBR 12209:2011 – Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Os processos de tratamento contemplados são: separação de sólidos por meios físicos, que compreende tratamento preliminar com gradeamento, caixa de areia e medição de vazão, bem como o decantador secundário; e processos biológicos: reator UASB e reator aeróbio de aeração prolongada (lodos ativados); e tratamento de lodo.

Para o dimensionamento das unidades de tratamento e órgãos auxiliares, os seguintes parâmetros básicos mínimos do afluente são considerados para etapas do plano: vazões afluentes máxima, mínima e média; demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO); temperatura; sólidos em suspensão (SS) e sólidos em suspensão voláteis (SSV); nitrogênio total kjeldahl (NTK); fósforo total (P); coliformes termotolerantes (CTer), e outros indicadores biológicos, quando for pertinente.

Além da vazão de esgoto doméstico, a vazão de infiltração é um valor significativo no cálculo das vazões de projeto da ETE, e pode ser calculada multiplicando-se a taxa de infiltração média pelo comprimento total de redes existentes. A NBR 9649 da ABNT – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário – recomenda, na ausência de dados medidos, a adoção de taxas para cálculo da vazão de infiltração dentro da faixa de 0,05 a 1,00 L/s.km. Para o cálculo da contribuição de infiltração, foi considerada taxa de infiltração característica e a extensão de redes coletoras existentes na sede municipal.

Tratamento Preliminar

O tratamento preliminar receberá os afluentes da ETE e alimentará as unidades de tratamento subsequentes, sendo ele dimensionado para a vazão máxima horária. Seus elementos são dimensionados com base na Norma ABNT NBR 12209:2011 –

Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários.

A remoção de sólidos grosseiros será feita através de grades de barras metálicas, sendo duas grades seriadas, uma fina com espaçamento livre entre barras de 12,5 mm, e outra ultrafina, com espaçamento livre entre barras de 6 mm. As grades são fabricadas em material não oxidável, como ligas de aço ou ligas plásticas.

No dimensionamento das grades de barras serão considerados os critérios: velocidade máxima através da grade; inclinação das barras em relação à horizontal (de 45° a 60° para grades de limpeza manual; de 60° a 90° para grades de limpeza mecanizada); Perda de carga mínima considerada no cálculo para estudo das condições de escoamento de montante (limpeza manual: 0,15 m; limpeza mecanizada: 0,10 m).

O desarenador deve ser projetado para remoção mínima de 95% em massa das partículas com diâmetro equivalente igual ou superior a 0,2 mm e densidade de 2,65. O desarenador possui dois canais paralelos, para que durante a realização de limpezas, um deles permaneça em operação.

Para o dimensionamento do desarenador também são considerados:

- Vazão de dimensionamento: máxima horária e verificação para a vazão máxima de bombeamento;
- Taxa de escoamento superficial compreendida entre 600 e 1.000 m³/m².d, para a vazão máxima;
- A seção transversal deve garantir uma velocidade de escoamento igual a 0,30 m/s, permitindo-se variação de 20% para mais ou para menos;
- No fundo e ao longo do canal deve ser previsto espaço para a acumulação do material sedimentado.

Reator UASB

Para o tratamento biológico dos esgotos foi definida a implantação de reatores anaeróbios de manta de lodo, tipo UASB “*Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors*”, complementados por reatores aeróbios de aeração prolongada (lodos ativados).

O dimensionamento hidráulico-sanitário seguiu como base as recomendações

normativas da ABNT NBR 12.209 – Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Para o dimensionamento do reator UASB são considerados:

- DBO “per capita” = 54 g DBO/hab/dia;
- Concentração de DQO = 516 mg/L;
- Carga afluente média de DQO (Lo):

$$Lo = [DQO] \times Q_{med}; \text{ em } kg \frac{DBO}{dia}$$

- Tempo de detenção hidráulica (TDH): entre 7,5 e 9,5 horas (temperatura de esgoto entre 20 a 26°C);
- Volume do reator (V):

$$V = Q_{med} \times TDH; \text{ em } m^3$$

- Altura útil do reator (H) = 4,5 a 5 m;
- Velocidade ascensional para vazão média: $V_{média}$ entre 0,5 e 0,7 m/h;
- Velocidade ascensional para vazão máxima: $V_{máxima} \leq 1,1$ m/h;
- Velocidade média nas aberturas para o decantador: $V_{ab,média} \leq 2,3$ m/h;
- Velocidade máxima nas aberturas para o decantador: $V_{ab,máxima} \leq 4,0$ m/h;
- Taxa de aplicação média no compartimento de decantação: $TAS_{média} \leq 0,8$ m/h;
- Taxa de aplicação máxima no compartimento de decantação: $TAS_{máxima} \leq 1,2$ m/h;
- Tempo de detenção hidráulica médio no compartimento de decantação: $TDH_{dec,médio} \geq 1,5$ h; e,
- Tempo de detenção hidráulica mínimo no compartimento de decantação: $TDH_{dec,mínimo} \geq 1,0$ h.

O Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) calculado para vazão média deve ser de 8 horas, para esgotos com temperatura média, no mês mais frio, entre 18 e 21°C. No seu cálculo são considerados:

- Q = Vazão Afluente (m^3/h);
- N_R = Número de Reatores Implantados;
- N_C = Número de Câmaras por Reator;
- V = Volume Útil de cada Câmara (m^3).

A Carga Orgânica Volumétrica (COV) deve ser inferior a $15,0 \text{ kgDQO}/m^3.d$, calculada a partir das variáveis:

- P_a = População atendida (habitantes);
- COU = Carga Orgânica Unitária ($54 \text{ g}/hab.d$);
- Y = Relação DQO/DBO ($= 2,0$);
- N_R = Número de Reatores implantados;
- N_C = Número de Câmaras por reator;
- V = volume útil de cada câmara de reator (m^3).

A velocidade ascensional superficial de fluxo deve ser controlada para evitar que haja carregamento indesejável de lodo juntamente com o efluente tratado. Para lodo tipo floculento e com cargas orgânicas volumétricas de até $5,0 \text{ kgDQO}/m^3.d$, as velocidades superficiais médias devem se limitar a $0,7 \text{ m/h}$ e as velocidades superficiais máximas, a $1,2 \text{ m/h}$.

LODOS ATIVADOS - REATOR DE AERAÇÃO PROLONGADA

No reator de aeração, as reações bioquímicas de remoção de matéria orgânica são realizadas em ambiente aeróbio mediante fornecimento de oxigênio na massa líquida. A biomassa se adere ao substrato presente no esgoto para se desenvolver, e é mantida em concentração elevada no sistema, através de ciclos recirculação de lodo, a partir do decantador secundário, resultando em idade do lodo sempre superior ao tempo de detenção hidráulico. Esta maior permanência dos sólidos no sistema garante a elevada eficiência dos sistemas de lodos ativados.

Devido à entrada de alimento com o esgoto afluente, os microrganismos crescem e se reproduzem continuamente, sendo necessária a retirada periódica de lodo em excesso, evitando a sobrecarga do decantador secundário e o desempenho do sistema de aeração artificial.

Na modalidade de aeração prolongada, a idade do lodo é muito elevada e a oferta de

matéria orgânica biodegradável disponível para cada microrganismo é muito baixa, o que leva ao consumo de praticamente toda a matéria orgânica do esgoto afluente, bem como a própria matéria orgânica de constituição celular, de forma que o lodo excedente é considerado estabilizado, o que permite seu encaminhamento direto para as unidades de desidratação, sem qualquer etapa prévia de tratamento. Segundo a norma ABNT NBR 12.209, para ser considerado aeração prolongada, o tanque de aeração deve ter idade do lodo de no mínimo 18 dias e relação alimento/microrganismos menor ou igual a 0,15 kgDBO/kgSSV.d.

Para o dimensionamento do tanque de aeração prolongada, foram adotados os parâmetros cinéticos e estequiométricos apresentados na listagem abaixo. Como referência, são apresentadas entre parênteses as faixas de valores típicos recomendados na literatura “Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 4: Lodos Ativados” de Marcos von Sperling (2016).

- Idade do lodo (θ_c) - 18 a 30 dias;
- Coeficiente de produção celular (Y) - 0,4 a 0,8 mg SSV/mg DBO_{removida};
- Coeficiente de respiração endógena (K_d) - 0,06 a 0,10 d⁻¹;
- Sólidos suspensos voláteis no tanque de aeração (SSVTA - X_v) - 2500 a 4000 mg/L.

O volume necessário para o reator pode ser calculado pela seguinte equação:

$$V = \frac{Y \times \theta_c \times Q_{med} \times (S_0 - S) \times 86,4}{X_v \times (1 + K_d \times f_b \times \theta_c)}$$

Sendo:

V = Volume necessário para o tanque de aeração (m³);

Y = Coeficiente de produção celular (mg SSV/mg DBO_{removida});

θ_c = Idade do lodo (d);

Q_{méd} = Vazão média (l/s);

S₀ = Concentração de DBO afluente ao tanque de aeração (mg/l);

S = Concentração de DBO solúvel efluente ao tanque de aeração (mg/l);

X_v = Sólidos suspensos voláteis no tanque de aeração (mg/l);

K_d = Coeficiente de respiração endógena (d^{-1});

f_b = Fração biodegradável.

Os requisitos de oxigênio para o tanque de aeração foram calculados para satisfazer à oxidação da matéria orgânica carbonácea e para a nitrificação, sem desnitrificação. O requisito de oxigênio total é a soma do requisito de oxigênio para a síntese bacteriana, para o requisito de oxigênio para a respiração endógena e para a demanda de O_2 para a nitrificação. O equipamento de aeração deve ser capaz de oferecer oxigenação suficiente durante os períodos de vazão máxima.

O sistema por ar difuso adotado consiste na introdução de ar ou oxigênio no líquido por meio de tubulações interligadas a difusores posicionados no fundo do tanque, de forma que há a formação de bolhas em movimento em direção à superfície líquida. O tamanho das bolhas é definido em função do tipo de difusor utilizado, sendo que quanto menor o seu tamanho, maior a superfície de contato do ar com o líquido e melhor a eficiência para transferência de oxigênio para os microrganismos.

Decantador Secundário

Os decantadores secundários são as unidades responsáveis pela clarificação do efluente tratado, onde as partículas sólidas são separadas do líquido mediante sedimentação.

O decantador secundário será do tipo não mecanizado com remoção hidrostática do lodo, tipo Dortmund, dimensionado segundo os seguintes critérios:

- Taxa de Aplicação superficial (TAS) $< 36 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ (NBR 12.209);
- Profundidade útil máxima: 4,00 m.

A área requerida calculada para cada decantador será:

$$\text{Área requerida} = Q_{med} / \text{TAS}$$

O removedor de lodo dos decantadores será do tipo circular de acionamento periférico, em que o passadiço radial se movimenta continuamente em torno de um pivot instalado no centro do decantador. O carro motriz é instalado na extremidade do passadiço e se desloca pela parte superior da parede do tanque. Os braços raspadores de lodo e de escumas são fixados ao passadiço. O lodo de fundo é

direcionado para um rebaixo no centro do decantador, interligado com a tubulação de remoção de lodo por pressão hidrostática. A espuma é deslocada pelo passadiço para o interior de um pequeno tanque de espuma, cujo topo é nivelado com o nível d'água máximo do decantador e a saída é realizada por gravidade. Tanto o lodo quanto a espuma são direcionados por uma rede em conduto livre para a elevatória de retorno de lodo, onde serão recirculados para o início do tratamento da ETE.

A velocidade periférica do removedor de lodo deve ser limitada a 40 mm/s, conforme normatização pela ABNT NBR 12.209, para evitar a ressuspensão das partículas acumuladas no fundo do decantador.

A etapa de tratamento por lodos ativados produz grande quantidade de lodo, que é removida do efluente no decantador secundário. Parte deste lodo deve ser recirculado, voltando às etapas iniciais do tratamento. A elevatória de retorno de lodo tem função de recalcar a vazão de lodo coletada no interior de cada um dos decantadores secundários para a caixa divisora de vazão de lodo, e desse ponto o lodo é conduzido para os adensadores de lodo, antes de ser inserido novamente no reator.

Leitos de Secagem de Lodo

Os leitos são dimensionados para recebimento de lodo gerado nas etapas de tratamento anaeróbia (UASB) e aeróbia (Lodo Ativado). As características do lodo produzido são:

- Teor de matéria sólida lodo anaeróbio = 4%;
- Teor de matéria sólida lodo aeróbio = 3%;
- Massa específica do lodo (anaeróbio e aeróbio) = 1020 kg/m³.

Para o dimensionamento dos leitos de secagem são considerados:

- Descarga máxima de lodo por ciclo de operação: 0,10 kg/m² de área de secagem;
- Lâmina máxima de lodo por ciclo de operação: 20 cm;
- Altura livre das paredes, acima da camada drenante: 0,40 m.

ii. São Jerônimo dos Poções

A Estação de Tratamento de Esgoto é dimensionada para suportar a vazão média de final de plano, considerando o consumo per capita, o coeficiente de retorno e a vazão de infiltração. Para dimensionamento do tratamento proposto para a localidade foi considerado:

- von Sperling, M.; Sezerino, P.H. (2018). Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil. Boletim Wetlands Brasil, Edição Especial, dezembro/2018. 65 p. ISSN 2359-0548. Disponível em: <<http://gesad.ufsc.br/boletins/>>.

Uma vez que o sistema de tratamento utilizando *Wetlands* é novo no Brasil, ainda não norma ABNT específica. Porém, aplicam-se, de forma complementar, a norma abaixo:

- ABNT NBR 12209 – Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários;

Os processos de tratamento contemplados são: separação de sólidos por meios físicos, processos biológicos e lançamento do efluente tratado no corpo receptor, Córrego da Vargem, latitude 19°34'40.86" S e longitude 46°12'32.66" O.

A estação de tratamento de esgoto proposta consiste em tratamento preliminar seguido de sistema alagado construído (*Wetland*) de escoamento vertical de fluxo subsuperficial, ou sistema francês. Além das condições de adensamento populacional favoráveis, a proposição considerou os benefícios gerados para a população e para o ambiente, pela possibilidade de reuso de águas, economia de baixo carbono e integração paisagística.

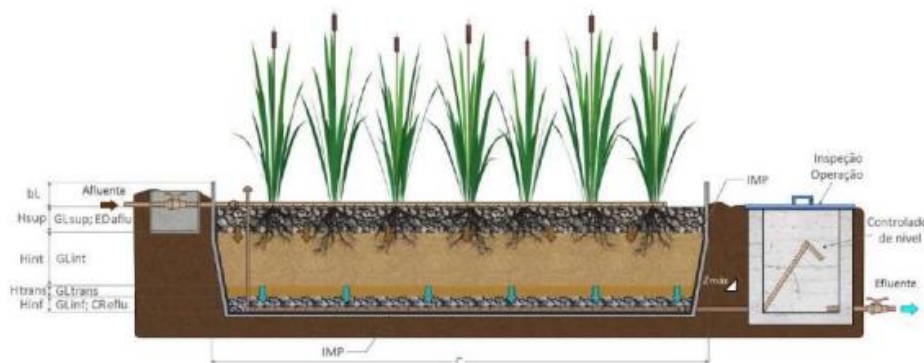
A *Wetland* projetada possui dois estágios, sendo o primeiro com três unidades filtrantes em paralelo, cuja área total requerida é de 1,2 m² / habitante. No segundo estágio, há duas unidades filtrantes em paralelo e a área total exigida é de 0,8 m² / habitante. Considerou-se para o dimensionamento a mesma premissa populacional adotada para a sede, ou seja, de manutenção da população ao longo do período de concessão.

Além da área requerida, devem ser observados alguns critérios de projeto, relacionados a seguir:

- Taxa de aplicação orgânica superficial máxima no leito em operação: 150 gDBO.m⁻².d⁻¹ par ao primeiro estágio e 20 gDBO.m⁻².d⁻¹ para o segundo estágio.
- Taxa de aplicação hidráulica superficial máxima no leito em operação: 0,40 m³.m⁻².d⁻¹ para os dois estágios.

A Figura 222 representa perfil longitudinal de *Wetland* construído em escoamento vertical.

Figura 222 – Perfil longitudinal de *Wetland* construído em escoamento vertical



Legenda:

Hsup - altura da camada superior do meio suporte (camada opcional);	GLsup - granulometria do leito na camada superior do meio filtrante;
Hint - altura da camada intermediária, principal, de filtração;	GLint - granulometria do leito na camada intermediária, principal, de filtração;
Htrans - altura da camada de transição;	GLtrans - granulometria do leito na camada de transição
Hinf - altura da camada inferior, de drenagem;	GLinf - granulometria do leito na camada inferior, de drenagem;
bL - borda livre; distância vertical entre o nível superior do meio suporte e o topo do talude ou parede	ED aflu - zona de entrada e distribuição do afluente, na camada superior do meio filtrante;
C - comprimento;	CR eflu - zona de coleta e retirada do efluente na camada de drenagem, no fundo.
Zmax - declividade máxima do talude (quando necessário);	
IMP - impermeabilização (fundo e laterais);	

Fonte: Von Sperling, M.; Sezerino, P.H. (2018).

Para a composição dos leitos utiliza-se:

- Leito superior (GL_{SUP}): brita, cascalho, escórias siderúrgica ou materiais similares;
- Leito na camada de infiltração (GL_{INT}): areia grossa;
- Leito na camada de transição (GL_{TRANS}): brita.

3) Descrição da localização das unidades que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário

i. Sede

A EEE-01 será implantada nas coordenadas latitude $19^{\circ}42'13.46''$ S e longitude $46^{\circ}10'22.78''$ O, no final da rua Jorge Lemos, próximo à linha férrea. Essa localização foi determinada pela necessidade de reversão do esgoto gerado na sub-bacia correspondente ao bairro Camposaltinho, que pertence à bacia do Rio São Francisco, para a bacia do Rio Araguari. Imagens aéreas do ponto de implantação da EEE01 são mostradas na Figura 223 e Figura 224.

Figura 223 – Localização EEE01 projetada



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 224 – Localização da EEE 01 projetada



Fonte: COPASA MG, 2023

Como pode ser observado nas imagens acima, a EEE-01 será implantada a poucos metros da linha férrea, no final da rua Jorge Lemos. Como a área disponível para implantação é limitada, foi escolhido modelo de elevatória com poço seco e Sistema de Bombeamento em Linha, que elimina a necessidade de poço de sucção. Outra vantagem deste tipo de elevatória é que permite a passagem de pequenos sólidos, que precisariam ser removidos por gradeamento nos modelos convencionais de elevatórias. A ausência de poço de sucção e gradeamento evitam a geração de maus odores durante a operação, visto que o local previsto para a implantação da EEE-01 também está próximo de residências.

A EEE-02 será implantada nas coordenadas latitude 19°42'17.95" S e longitude 46°10'51.30" O. Sua localização foi definida no ponto de cota mais baixa do bairro Conjunto Vale do Sol, a cerca de 30 metros da linha férrea. Imagem aérea do ponto de implantação da EEE-02 é mostrada na Figura 225.

Figura 225 – Localização da EEE 02 projetada



Fonte: COPASA MG, 2023

Para a EEE-02 também foi considerado o Sistema de Bombeamento em linha, pois assim como na localização da EEE-01, o local fica próximo de residências e da linha férrea, em área já urbanizada.

A Estação de Tratamento de Esgoto será implantada nas coordenadas latitude 19°41'59.64"S e longitude 46°10'52.19"O. Com o objetivo de implantar a ETE o mais distante possível das áreas ocupadas e evitando a necessidade de construção de uma elevatória de maior porte, reduzindo custos operacionais, foi definida uma área na margem esquerda do ribeirão Santa Teresa.

A indicação do ponto previsto para implantação da ETE, entre o Ribeirão Santa Teresa e a linha férrea, é mostrada na Figura 226.

Figura 226 – Localização ETE projetada



Fonte: COPASA MG, 2023

Na Figura 227 é mostrado o entorno do local de implantação da ETE. Na parte superior direita da figura é mostrado um dos bairros mais próximos do local e na parte inferior esquerda é mostrada a estrada de acesso, que é sem pavimentação, e corta a linha férrea. Apesar da proximidade com bairros residenciais, o local de implantação da ETE foi indicado por estudo técnico contratado pelo comitê de bacia hidrográfica do rio Araguari, apresentado durante audiência pública realizada no município de Campos Altos no dia 24 de fevereiro de 2023, devido à redução de custos operacionais, visto que neste local será possível o recebimento de esgoto dos emissários por gravidade, sem necessidade de uma estação elevatória de maior porte.

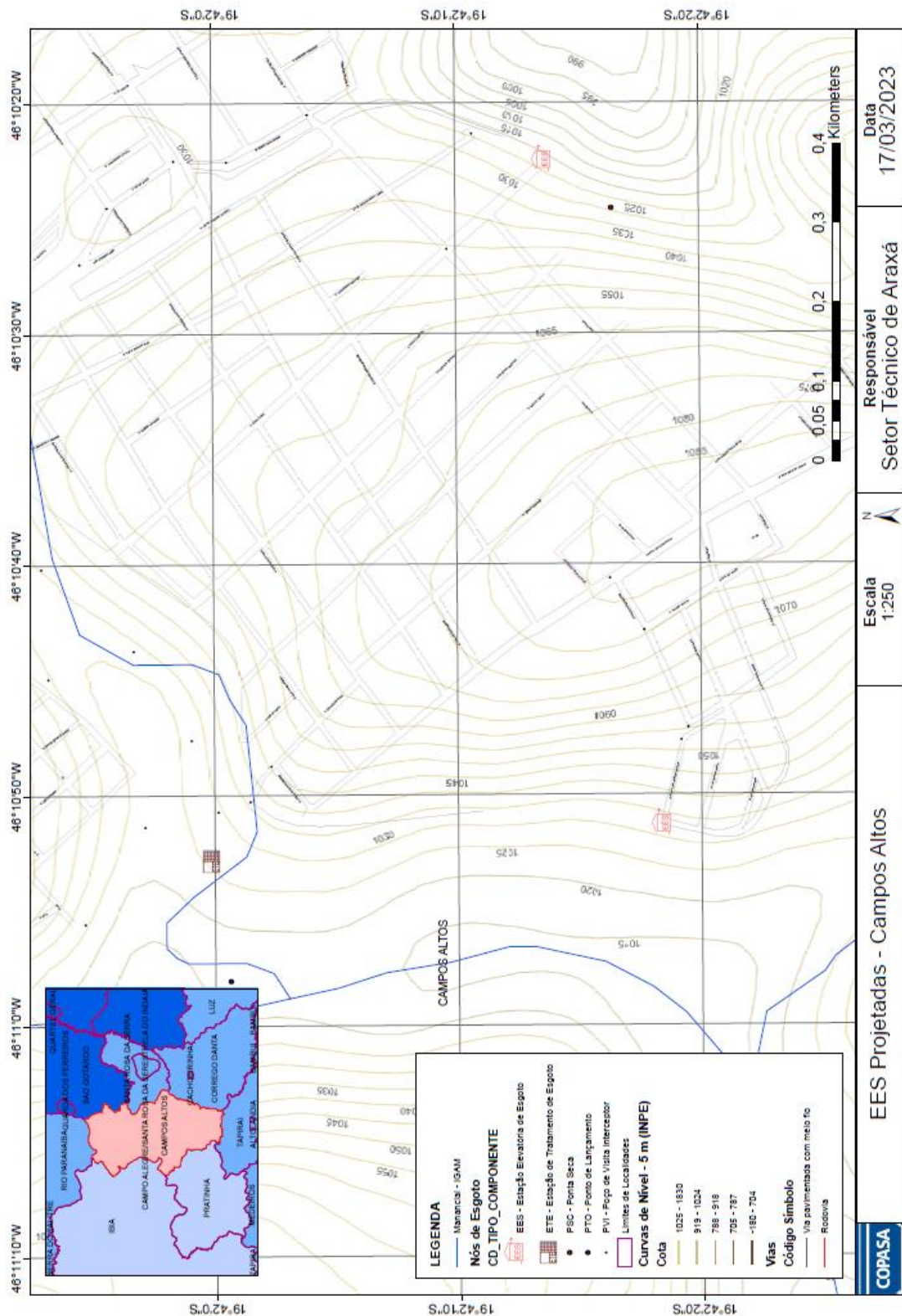
Figura 227 – Entorno do local de implantação da ETE



Fonte: COPASA MG, 2023

A Figura 228 apresenta a localização georreferenciada das Estações Elevatórias de Esgoto e da Estação de Tratamento de Esgoto.

Figura 228– Localização das EEEs e ETE projetadas



Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

Considerando a topografia favorável do terreno, não será necessária a implantação de estação elevatória de esgoto, sendo todo o efluente bruto conduzido por gravidade até a estação de tratamento de esgoto, que será implantada nas coordenadas latitude 19°34'38.20"S e longitude 46°12'29.85"O, conforme mostrado na Figura 229 e Figura 230.

O local sugerido para a implantação da ETE está afastado da rua principal da localidade, em região com baixo adensamento vegetal. É importante destacar que o sistema de *Wetlands* não gera os efeitos adversos, tais como maus odores e ruídos, além de proporcionar ganho paisagístico devido ao uso das espécies vegetais necessárias.

Fonte: COPASA MG, 2023



Figura 230 – Localização da ETE projetada



Fonte: COPASA MG, 2023

4) Descrição física das unidades que serão utilizadas no sistema de esgotamento sanitário

i. Sede

Estações Elevatórias de Esgoto

A EEE-01 será dotada do Sistema de Bombeamento em Linha (SBL) com poço seco, duas bombas, sendo uma reserva, válvulas de individualização das bombas e válvula geral de entrada, conforme apresentado nas Figura 231 e Figura 232.

Esse tipo de elevatória apresenta como vantagens a ausência de gradeamento e caixa de areia, visto que permite a passagem de pequenos sólidos, o que difere dos modelos convencionais de elevatórias. Além disso, como o poço é seco, não ocorre geração de maus odores e gases corrosivos durante a operação, evitando também a atração de animais peçonhentos. Outra vantagem é a menor área requerida para implantação, bem como a simplicidade de instalação e manutenção.

Figura 231 – Parte interna do modelo de SBL a ser implantado



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 232 – Parte externa do modelo de SBL a ser implantado



Fonte: COPASA MG, 2023

Considerando a área de contribuição desta sub-bacia, o número de ligações de esgoto e a população estimada, foi calculada para esta elevatória uma vazão de 1 L/s e a potência dos conjuntos motobombas de 1CV.

Haverá abrigo para proteção do quadro de comando conforme NR10 (Norma de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) e sistema de monitoramento remoto. A área será urbanizada, sinalizada com placas de identificação e advertência e possuirá cercamento em tela de alambrado, conforme ilustrado na Figura 233.

Figura 233– Modelo de abrigo de painéis e urbanização da unidade



Fonte: COPASA MG, 2023

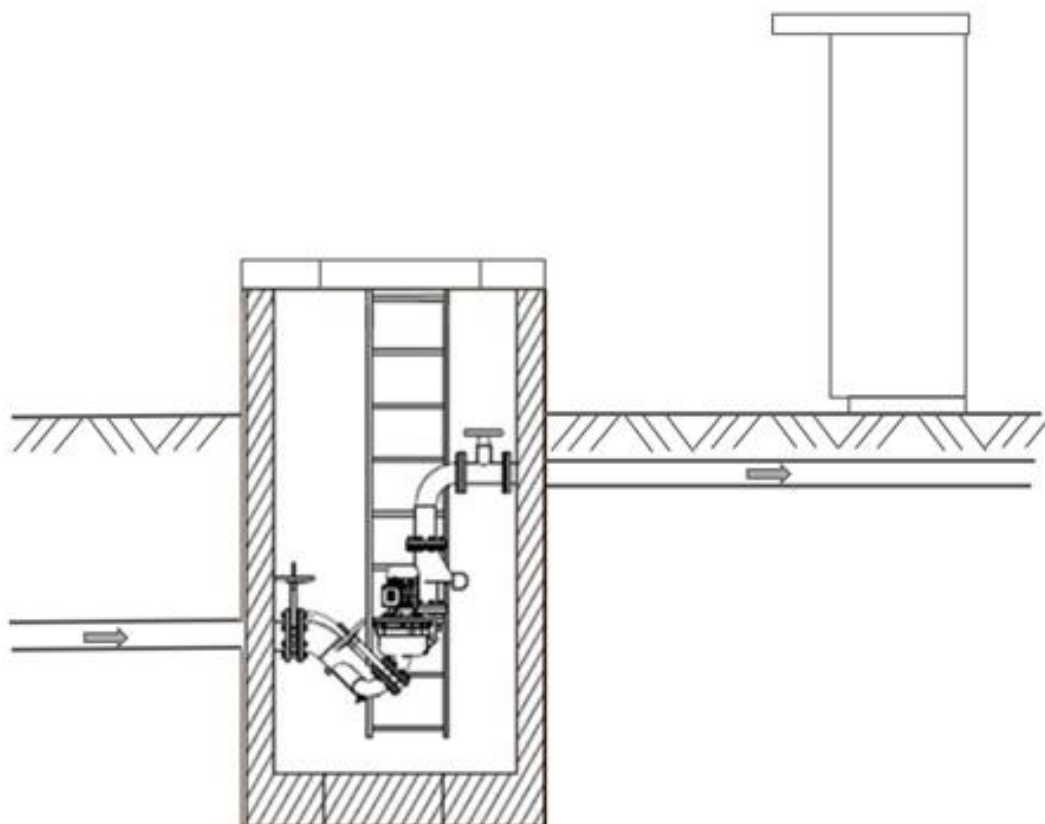
A EEE-02 será dotada de SBL com poço seco, duas bombas, sendo uma reserva, válvulas de individualização das bombas e válvula geral de entrada.

Com base na área de contribuição desta sub-bacia, no número de ligações de esgoto e na população estimada, foi calculada para esta elevatória uma vazão de 0,5 L/s, e conjuntos motobombas de 1CV.

Haverá abrigo para proteção do quadro de comando conforme NR10 e sistema de monitoramento remoto. A área será urbanizada, sinalizada com placas de identificação e advertência e possuirá cercamento em tela de alambrado.

Na Figura 234 é representado um modelo esquemático das Estações Elevatórias de Esgoto a serem implantadas, contendo o SBL e o abrigo de painéis.

Figura 234 – Modelo esquemático das EEEs a serem implantadas



Fonte: COPASA MG, 2023

ETE

Para tratamento dos esgotos de toda a área da sede será implantada uma Estação de Tratamento de Esgoto com capacidade de 18,32 L/s, de forma a atender à demanda do município considerando o crescimento populacional até o final do último ano da concessão, conforme previsto pela proponente⁶.

O tipo de processo de tratamento adotado para a ETE levou em conta a classe do corpo receptor e as legislações CONAMA Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005, Resolução 430 de 13 de maio de 2011 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM-

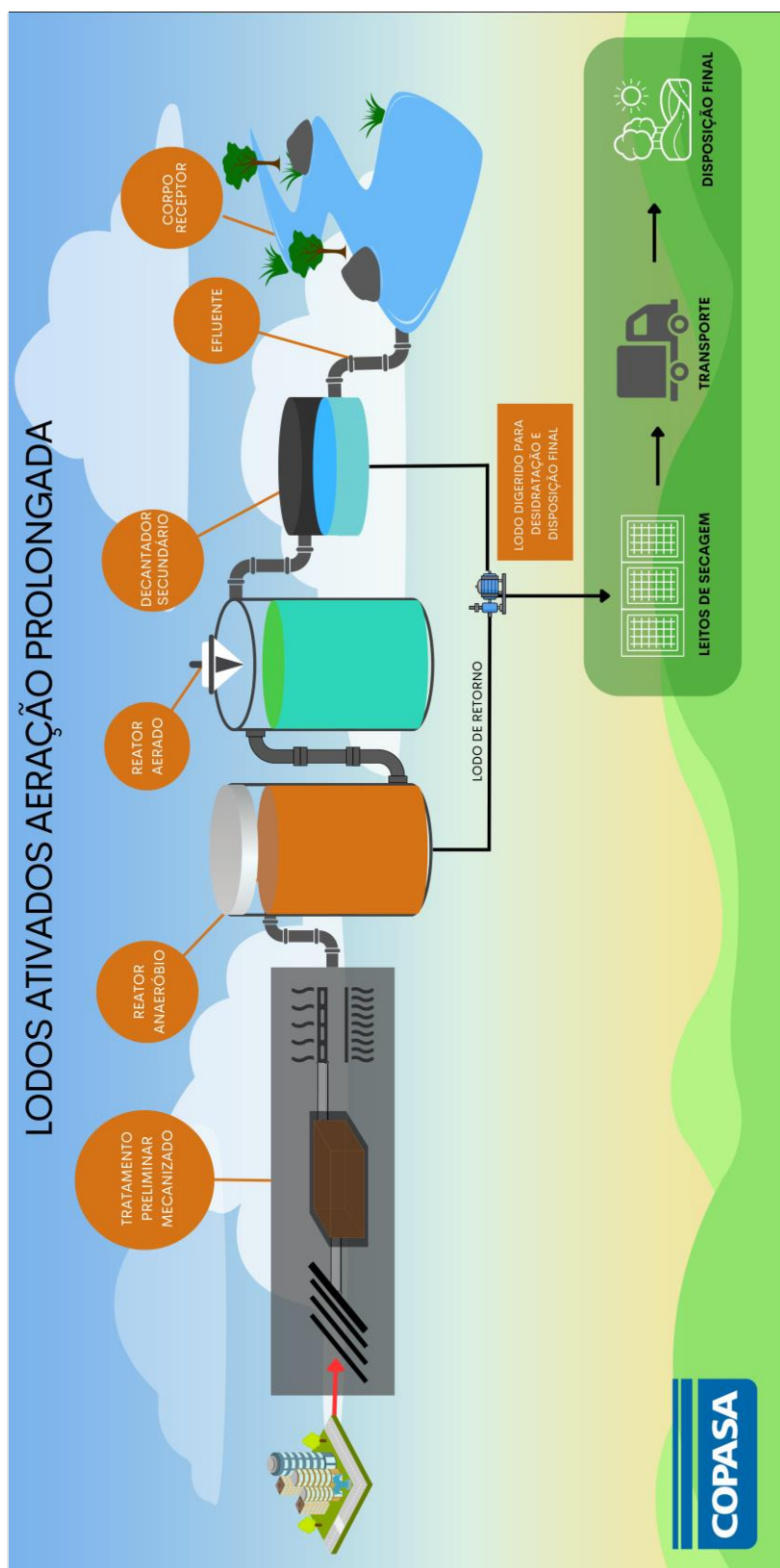
⁶ Considerando que a população de Campos Altos divulgada no Censo do IBGE de 2010 foi de 14.206 habitantes e que a população divulgada no Censo do IBGE de 2022 foi de 12.979 habitantes, infere-se que há uma tendência de queda, o que é corroborado pela taxa de crescimento geométrica negativa, de -0,75, apresentada no mesmo documento. Visando o atendimento à população em eventuais acréscimos sazonais, considerou-se a população constante ao longo do período da concessão. Para atender ao crescimento populacional previsto, basta a implantação de uma ETE com capacidade de 18,32 L/s.

CERH/MG Nº 8, de 21 de novembro de 2022.

O tratamento proposto conta com as seguintes unidades, conforme fluxograma de tratamento da ETE apresentado na Figura 235:

- Tratamento preliminar;
- Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (UASB);
- Reator Aeróbio (lodos ativados);
- Decantador Secundário;
- Elevatória de Recirculação de Lodo;
- Leitões de secagem de lodo.

Figura 235 – Fluxograma do tratamento da ETE



Fonte: COPASA MG, 2023

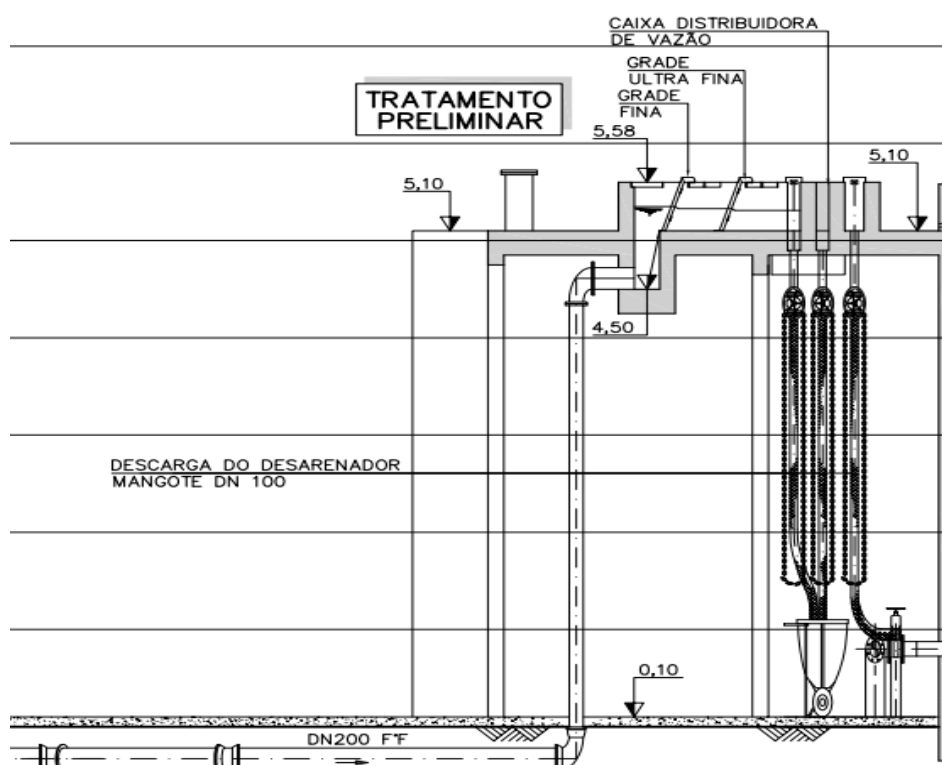
Tratamento Preliminar

A unidade de tratamento preliminar será composta por gradeamento grosso (100 mm) e médio (40 mm), seguido por duplo canal desarenador equipado com comportas que permitam a alternância de canais para remoção da areia.

Esta unidade objetiva a remoção de sólidos, que comprometeriam as próximas etapas do tratamento. Deve ser prevista a implantação de caçambas com remoção periódica para destinação desses resíduos sólidos, bem como a sucção dos desarenadores. Nesta unidade será feita também a medição constante de vazão da ETE, por meio de medidor ultrassônico instalado na calha Parshall.

Na Figura 236 é mostrado corte lateral de projeto de tratamento preliminar, enquanto na Figura 237 é mostrada foto com vista superior de um desarenador, parte do tratamento preliminar.

Figura 236 – Corte lateral de Tratamento preliminar padrão COPASA MG



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 237 – Foto de modelo de desarenador em construção



Fonte: COPASA MG, 2023

UASB

Para tratamento biológico principal da ETE foi escolhido o reator anaeróbio de fluxo ascendente, denominado UASB – *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*, responsável pelo tratamento a nível primário e secundário concomitantemente.

No processo de tratamento do reator ocorre a digestão da matéria orgânica por microrganismos anaeróbios, e são gerados os seguintes subprodutos: o efluente líquido, o lodo que será decantado, a espuma que será flotada e o biogás.

Dotado com sistema de coleta e queima de biogás, o queimador deve ser do tipo fechado, garantindo maior destruição dos compostos presentes no biogás. Deve ser observada também a boa estanqueidade do separador trifásico, o que garante a destinação correta de todo o biogás produzido, além de reduzir os impactos

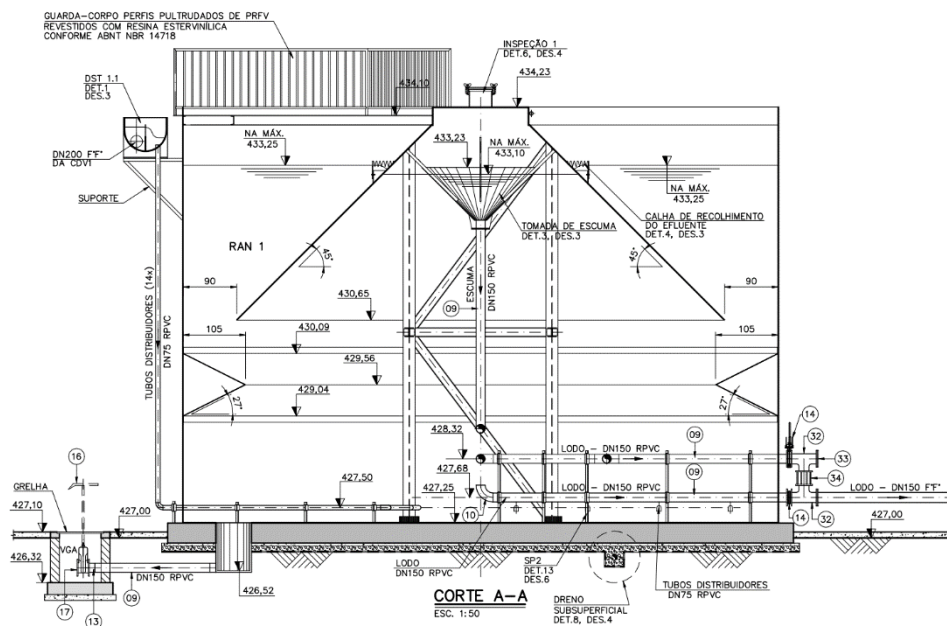
ambientais com odores. Na Figura 238 é mostrada a foto de um reator, enquanto na Figura 239 é mostrado exemplo de projeto com detalhes da parte interna e na Figura 240 é mostrado esquema de processos do reator UASB.

Figura 238 – Foto de reator UASB padrão COPASA MG



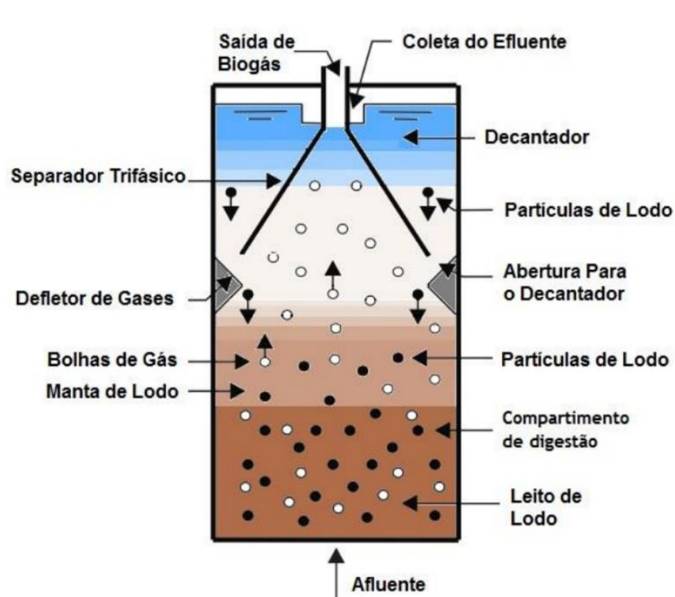
Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 239 – Corte lateral de reator UASB padrão COPASA MG



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 240 – Esquema de processo do reator UASB



Fonte: Adaptado de Chernicharo, 2007.

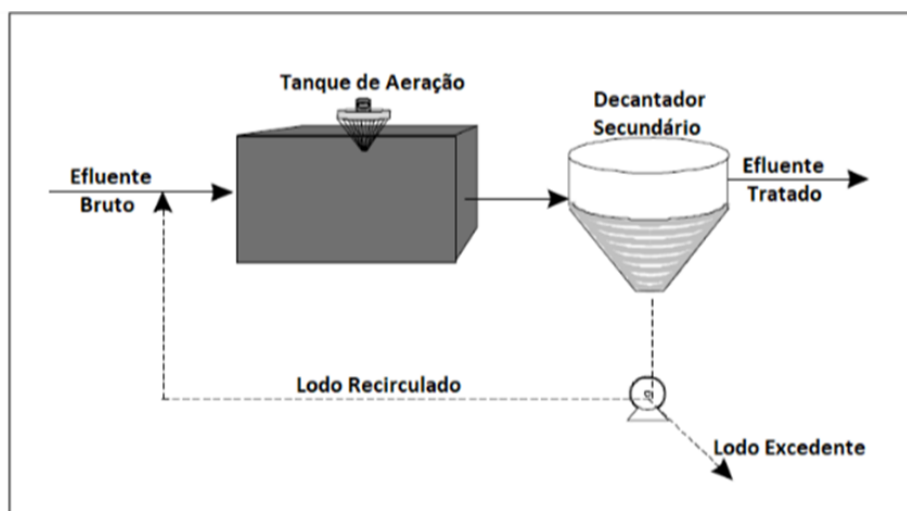
O reator UASB deverá ser dotado de separador trifásico estanque com calhas de recolhimento de espuma, bem como sistema de coleta de lodo, distribuídos em dois níveis, conforme determina a NBR 12.209/2011.

LODOS ATIVADOS - REATOR DE AERAÇÃO PROLONGADA

Para complementar a remoção de matéria orgânica e promover, ainda, a remoção de nitrogênio amoniacal, o efluente dos reatores UASB passará por tratamento aeróbio nos reatores por lodos ativados de aeração prolongada. Neste processo de tratamento, as reações bioquímicas de remoção de matéria orgânica são realizadas em ambiente aeróbio através de fornecimento de oxigênio na massa líquida. A biomassa se adere ao substrato presente no esgoto para se desenvolver e é mantida em concentração elevada no sistema através de ciclos de recirculação de lodo a partir do decantador secundário. Esta maior permanência dos sólidos no sistema garante a elevada eficiência dos sistemas de lodos ativados.

O fluxograma da etapa de tratamento por lodos ativados é mostrado na Figura 241.

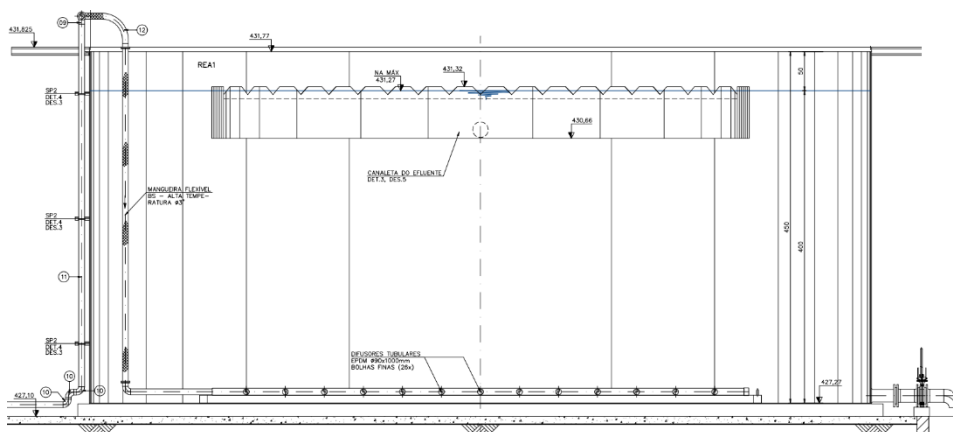
Figura 241 – Fluxograma de lodos ativados



Fonte: Von Sperling, 2016.

Na Figura 242 é mostrado corte lateral do corpo do reator aeróbio, com detalhe da calha de recolhimento do efluente, e dos tubos difusores de ar.

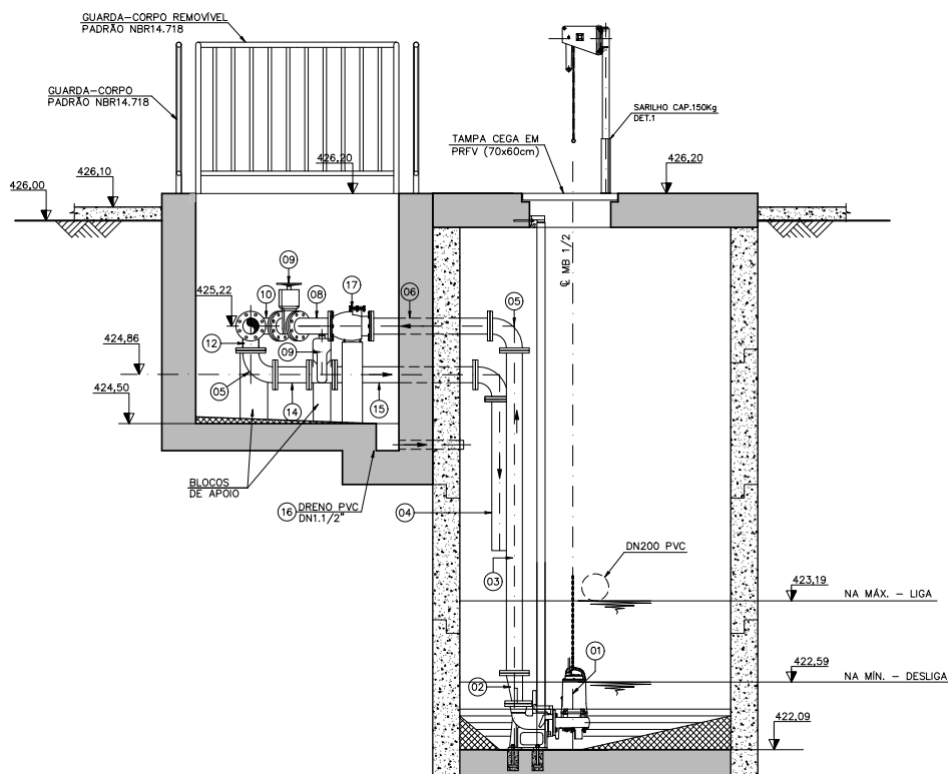
Figura 242 – Corte lateral de reator aeróbio padrão COPASA MG



Fonte: COPASA MG, 2023

Para o adequado funcionamento do sistema por lodos ativados, a operação do decantador secundário, da elevatória de recirculação de lodo, e do equipamento de aeração devem estar em sincronia, garantindo o equilíbrio entre matéria orgânica, oxigênio, e microrganismos presentes no lodo, que irão efetivamente fazer a decomposição e o tratamento do esgoto. Na Figura 243 é mostrado em corte, projeto padrão de elevatória de recirculação de lodo.

Figura 243 – Corte lateral de elevatória de recirculação de lodo padrão COPASA MG



Fonte: COPASA MG, 2023

Decantadores Secundários

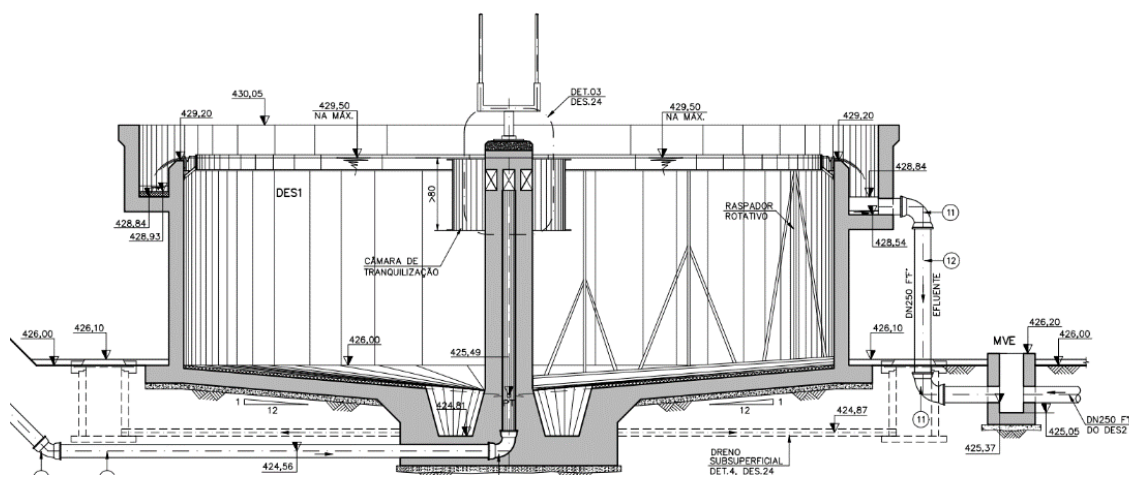
O efluente do Reator Aeróbio é direcionado para os Decantadores Secundários, unidades construídas para sedimentar o lodo que desprende do meio suporte e, eventualmente, lodo que verte do UASB. Nos decantadores o fluxo é ascendente e o efluente é coletado pelas canaletas superiores para a destinação final. O descarte de fundo dessas unidades deve estar conectado a uma elevatória de recirculação, de forma a possibilitar que o lodo seja retornado ao início do processo para passar por digestão anaeróbia. As Figuras 244 a 246 ilustram decantadores secundários.

Figura 244 – Decantador secundário em funcionamento



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 245 – Corte lateral de Decantador Secundário padrão COPASA MG



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 246 – Foto da parte interna de Decantador Secundário vazio



Fonte: COPASA MG, 2023

Leitos de Secagem

Os leitos de secagem são unidades responsáveis pela desidratação do lodo proveniente do reator UASB e de parte do lodo do decantador secundário. O lodo deve chegar por gravidade e ser distribuído uniformemente. A altura máxima da lâmina de lodo é calculada para otimizar a desidratação, que ocorre por meio da evaporação e infiltração.

O efluente infiltrado vai para a elevatória de recirculação e volta para o início do tratamento, enquanto o material sólido desidratado deve ser recolhido em caçambas e destinado ao local apropriado, para destinação final (local disponibilizado pelo Município a uma distância máxima de 15 km da sede, conforme previsto no edital de licitação).

Na Figura 247 é mostrado leito de secagem em construção, com a colocação dos tijolos e areia das camadas de base, e na Figura 248 é mostrado outro leito já em funcionamento, com lodo em processo de desidratação. Na Figura 249 é mostrado

em corte projeto de leito de secagem padrão da COPASA MG.

Figura 247 – Leito de secagem similar em execução



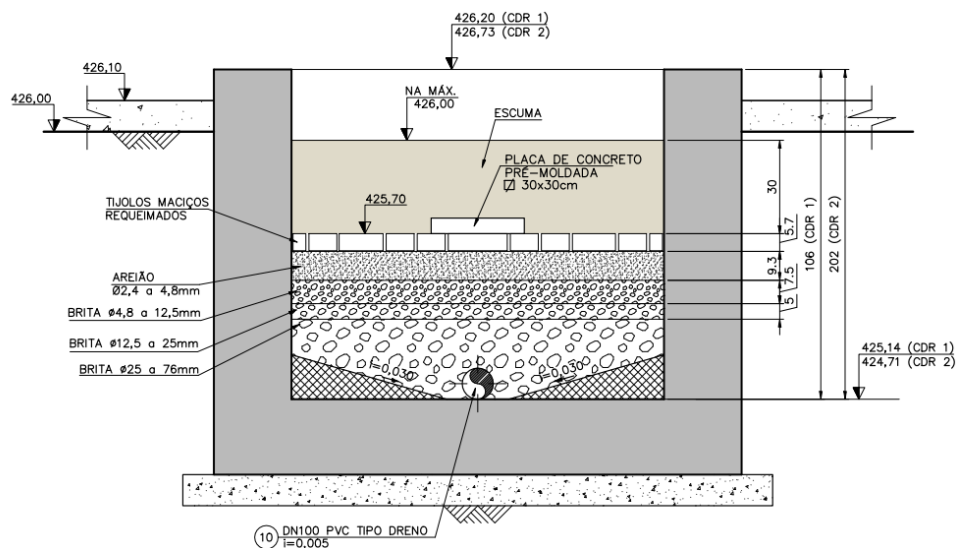
Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 248 – Leito de secagem similar em operação



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 249 – Corte transversal de leitos de secagem padrão COPASA MG



Fonte: COPASA MG, 2023

O sistema completo de tratamento será capaz de gerar efluentes com características que atendem às limitações contidas na resolução CONAMA 430 de 13 de maio de

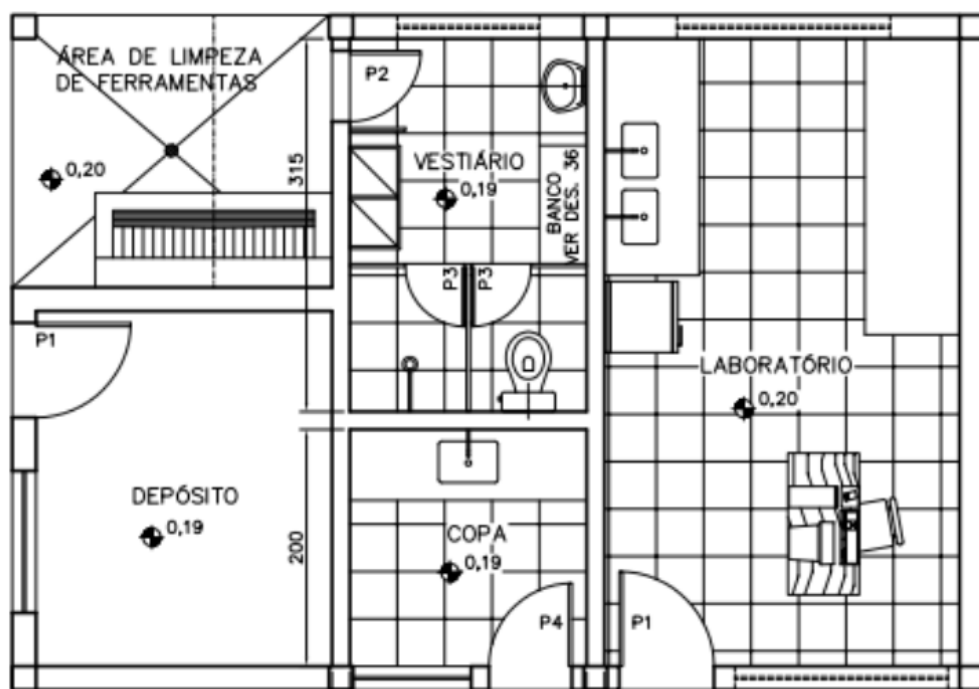
2011 e na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 8/2022. Os efluentes tratados serão monitorados para verificação da eficiência do sistema de tratamento e atendimento aos requisitos estabelecidos nas legislações citadas.

A ETE deverá conter uma edificação de apoio, contendo laboratório, vestiário para os operadores, copa, depósito, e área destinada à manutenção de ferramentas de uso diário.

O laboratório local será dotado de: medidor de pH; Termômetro; Cones Imhoff, régua para medição de vazão, que possibilitem realização diária das análises de pH, temperatura, sólidos sedimentáveis, além da medição de vazão.

Além do laboratório local na ETE, haverá apoio de dois laboratórios da COPASA MG para realização de análises complementares, sendo um localizado em Belo Horizonte (Laboratório Central) e outro em Araxá (Laboratório Regional Oeste), além de análises realizadas em laboratórios terceirizados. Na Figura 250 é mostrado layout proposto para as unidades de apoio.

Figura 250 – Projeto das unidades de apoio da ETE



Fonte: COPASA MG, 2023

O acesso às unidades operacionais será restrito aos funcionários do prestador de serviços e aos visitantes autorizados, devidamente identificados. Além disso, haverá

estruturas físicas para delimitar e proteger o perímetro e a área das unidades operacionais e de apoio, incluindo cercas, alambrados ou muros.

As unidades do sistema de esgotamento sanitário devem conter iluminação interna para permitir a operação e manutenção em períodos sem iluminação natural.

Os acessos e saídas das edificações do sistema de esgotamento sanitário devem ser identificados com sinalização clara e conter luzes de emergência. A segurança dos funcionários e visitantes deve ser garantida em todas as unidades operacionais, observando-se as características e necessidades dos locais.

Em áreas com risco de queda, deve haver corrimãos ou guarda-corpos instalados. Os funcionários e visitantes devem usar identificação e Equipamentos de Proteção Individual (EPI) nas unidades operacionais, condizentes com as atividades que desempenham.

As vias internas de acesso às unidades operacionais devem permitir o fácil acesso de veículos e pessoas para o transporte de funcionários, insumos e equipamentos, em qualquer época do ano.

As unidades operacionais devem dispor de identificação padronizada em local de fácil visualização, contendo o nome do prestador de serviços, o nome da unidade e avisos de advertência de acordo com as características do local.

Conforme legislação vigente no Estado de Minas Gerais toda edificação de uso coletivo, seja residencial, comercial, industrial, etc, deve possuir o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB), documento que comprova que o prédio possui condições seguras para abandono em caso de pânico, acesso fácil para os integrantes do Corpo do Bombeiros, além de equipamentos para combate a incêndio.

Conforme NBR 5419 – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas, o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) deve ser projetado por profissional legalmente habilitado, com a emissão de ART. As características de um SPDA são determinadas pelas características da estrutura a ser protegida e pelo nível de proteção considerado para descargas atmosféricas.

O SPDA serve para proteger pessoas, edifícios, prédios, tanques, tubulações e outros contra descargas atmosféricas. A função do sistema é direcionar e dissipar as

descargas atmosféricas por um caminho seguro até a terra, sem causar danos térmicos ou mecânicos, centelhamentos perigosos e tensões de passo e/ou toque que possam representar risco de vida.

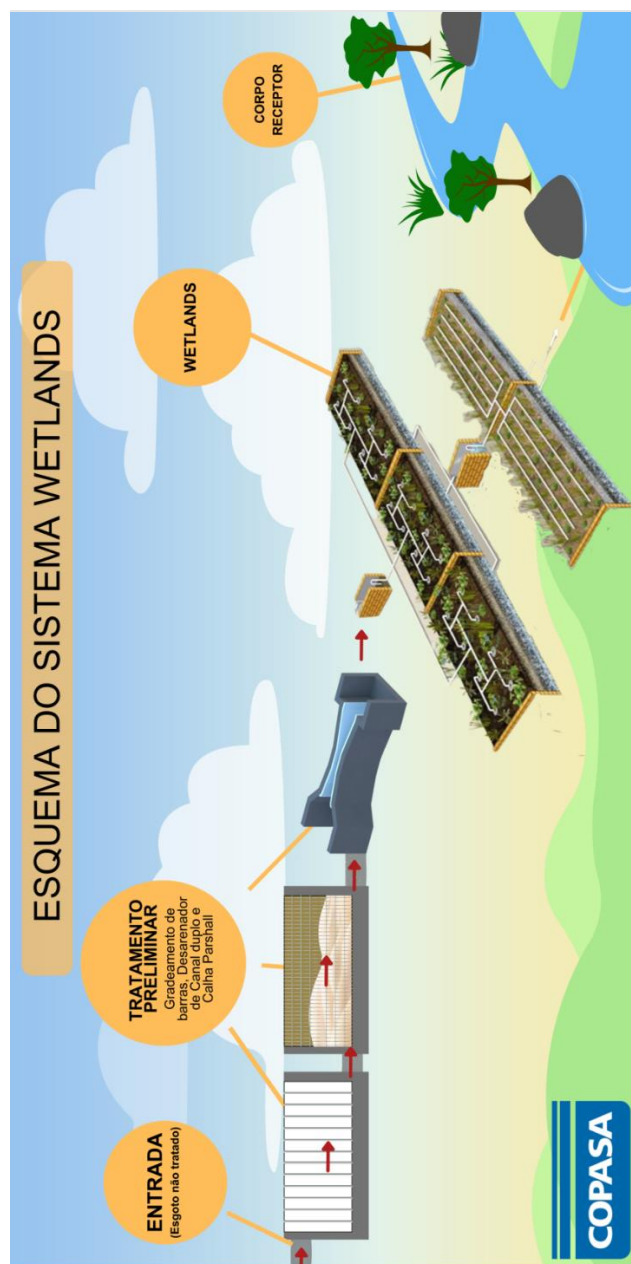
Com relação aos equipamentos, o sistema de bloqueio deve atender às diretrizes da NR 12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos), para impedir o acionamento de uma máquina. O uso do travamento serve para impedir que haja o acionamento das máquinas ou acesso ao local durante uma inspeção nos equipamentos. A desenergização e reenergização de máquinas e equipamentos segue as disposições da NR 10, podendo ser feito por meio de dispositivos para bloqueio elétrico.

ii. São Jerônimo dos Poções

O tratamento proposto para o Distrito de São Jerônimo conta com as seguintes unidades, conforme fluxograma de tratamento da ETE apresentado na Figura 251.

- Tratamento preliminar;
- *Wetland* construído de escoamento vertical de fluxo subsuperficial - Sistema francês.

Figura 251 – Esquema de tratamento proposto para São Jerônimo dos Poções



Fonte: COPASA MG, 2023

O sistema foi dimensionado para uma vazão média de 0,5 L/s, atendendo à demanda da população de final de plano proposta pela licitante.

O sistema se inicia com tratamento preliminar, contendo gradeamento médio e fino; duplo canal desarenador para retenção de areia e outros resíduos por sedimentação, que deverão ser removidos periodicamente.

Após o tratamento preliminar, o efluente segue para o sistema *Wetland* construído de

escoamento vertical de fluxo subsuperficial – Sistema francês, composto por dois estágios. No primeiro estágio há três filtros em paralelo, com fases alternadas de alimentação e repouso, e que recebem o esgoto bruto proveniente do tratamento preliminar. Já o segundo estágio possui duas células filtrantes em paralelo, que recebem o efluente advindo do primeiro estágio, com fases alternadas de alimentação e repouso. Tipicamente, o ciclo de alternância entre as células filtrantes, tanto no primeiro, quanto no segundo estágio, é de três dias e meio.

A principal função do primeiro estágio é a remoção da matéria orgânica e sólidos em suspensão, e remoção parcial de nitrogênio amoniacal. Já no segundo estágio, ocorre a remoção da matéria orgânica remanescente do primeiro estágio, bem como a oxidação total da amônia.

O sistema de alimentação é realizado por bateladas, no qual o esgoto é distribuído na superfície do leito de forma intermitente e o escoamento é vertical descendente. A alternância entre os períodos de alimentação e repouso garante o controle do crescimento da biomassa, permitindo a oxigenação adequada do leito filtrante e promovendo a nitrificação e degradação da matéria orgânica.

A camada de lodo que se acumula na superfície dos leitos necessita ser removida quando atinge uma espessura em torno de 20 cm, o que é previsto para ocorrer após 10 a 15 anos do início de operação. Essa longevidade do sistema, a simplicidade de operação e manutenção, são aspectos operacionalmente vantajosos da *Wetland*.

O sistema *Wetland* construído não requer consumo de energia elétrica para funcionamento, apresentando-se como uma alternativa de baixo custo operacional. Além disso, esse sistema não gera as externalidades negativas comumente associados à sistemas de tratamento de esgoto – ruído e mau odor. Por se tratar de tratamento extensivo e aeróbio, com taxas de carregamento relativamente baixas, o que impede a criação de ambientes anaeróbios nos leitos filtrantes, não ocorre desprendimento de gás sulfídrico para o ar, que é o principal causador de mau odor. Sendo assim, a solução proposta apresenta vantagens também sob a ótica socioambiental. A integração paisagística, a possibilidade de reuso das águas e o fato de ser uma economia de baixo carbono são ganhos adicionais do sistema proposto.

O acesso às unidades operacionais, cercamento, sinalizações e identificações

seguirão o mesmo padrão adotado para a ETE da sede municipal.

Nas Figura 252 a Figura 255 são mostrados exemplos de unidades de tratamento de esgoto semelhantes, existentes na COPASA MG, bem como modelos de *Wetlands*.

Figura 252 – Modelo de tratamento preliminar existente na COPASA MG



Fonte: COPASA MG, 2023

Figura 253 – Esquema de Wetland vertical – Sistema francês



Fonte: Portal Wetlands Construídos Ltda.

Figura 254 – ETE *Wetlands* Itabirito – Integração paisagística



Fonte: Portal Wetlands Construídos Ltda.

Figura 255 – ETE *Wetlands* Itabirito



Fonte: Portal Wetlands Construídos Ltda.

As análises diárias de pH, temperatura, sólidos sedimentáveis serão realizadas no laboratório da ETE de Campos Altos. Haverá também apoio de dois laboratórios da COPASA MG para realização de análises complementares, sendo um localizado em Belo Horizonte (Laboratório Central) e outro em Araxá (Laboratório Regional Oeste), além de análises realizadas em laboratórios terceirizados.

2e) Corpo Receptor

1) Descrição do(s) corpo(s) receptor(es) que serão utilizados para o lançamento de efluentes tratados

Os corpos hídricos de Campos Altos pertencem, no âmbito federal, à região da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba e, no estadual, em sua maior parte estão na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, que está localizada na porção Oeste do estado de Minas Gerais, abrangendo as regiões de planejamento do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Os principais rios em Campos Altos são o Rio Misericórdia e Ribeirão Mutuca, entretanto, este último está localizado no divisor de águas da Bacia do Rio São Francisco e Bacia do Rio Paranaíba, conforme mostrado Figura 256.

Figura 256 – Localização da região hidrográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, com destaque para o Rio Misericórdia

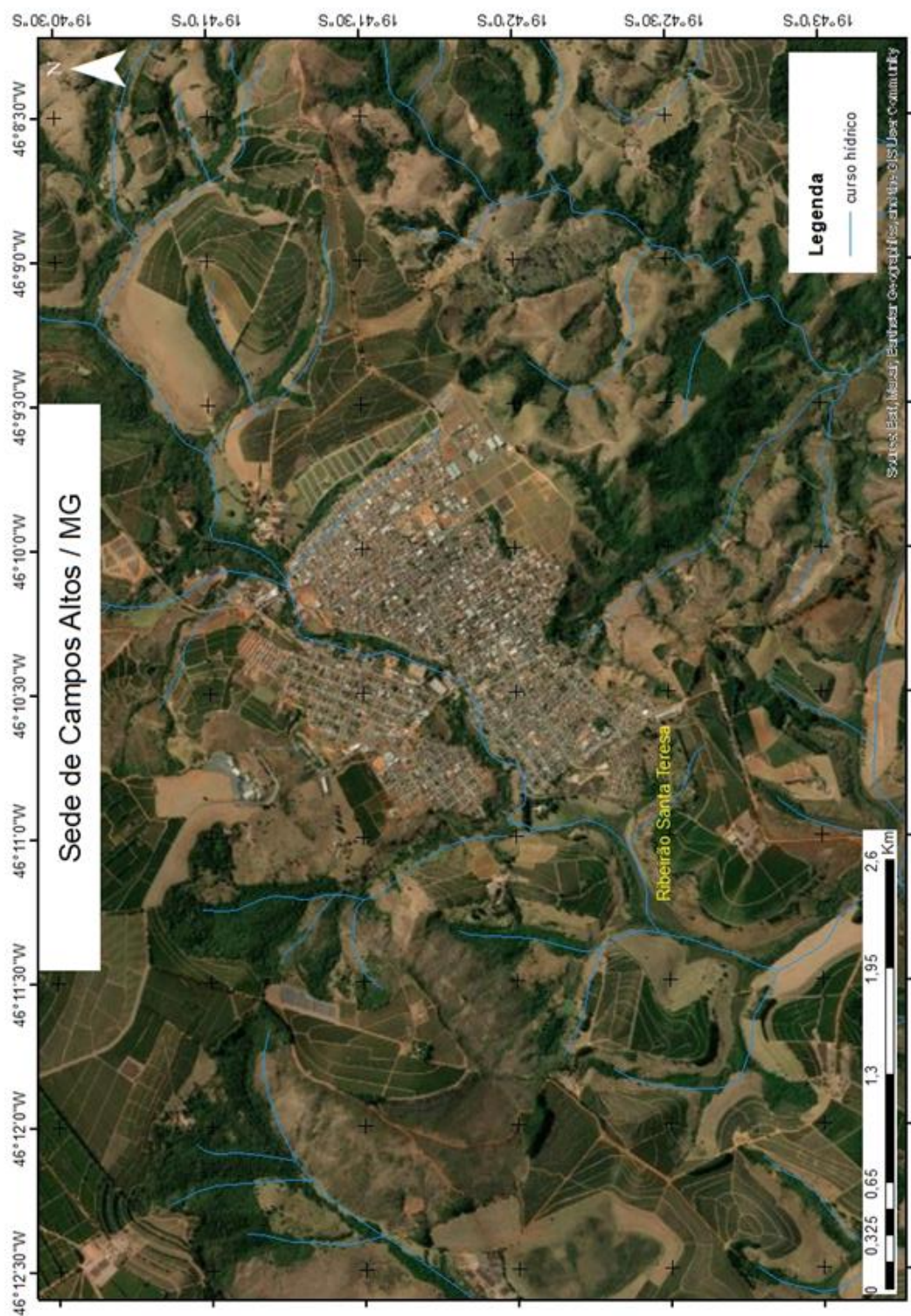


Fonte: CBH Araguari.

i. Sede

Na sede, o corpo hídrico que será utilizado para lançamento do efluente tratado da futura ETE é o Ribeirão Santa Teresa, inserido na região hidrográfica do Rio Misericórdia, a jusante da sede municipal, localizado aproximadamente nas coordenadas 19°42'21.55" S de latitude e 46°10'58.50" O de longitude, conforme Figura 257.

Figura 257 - Representação do Ribeirão Santa Teresa que receberá o efluente em Campos Altos/MG



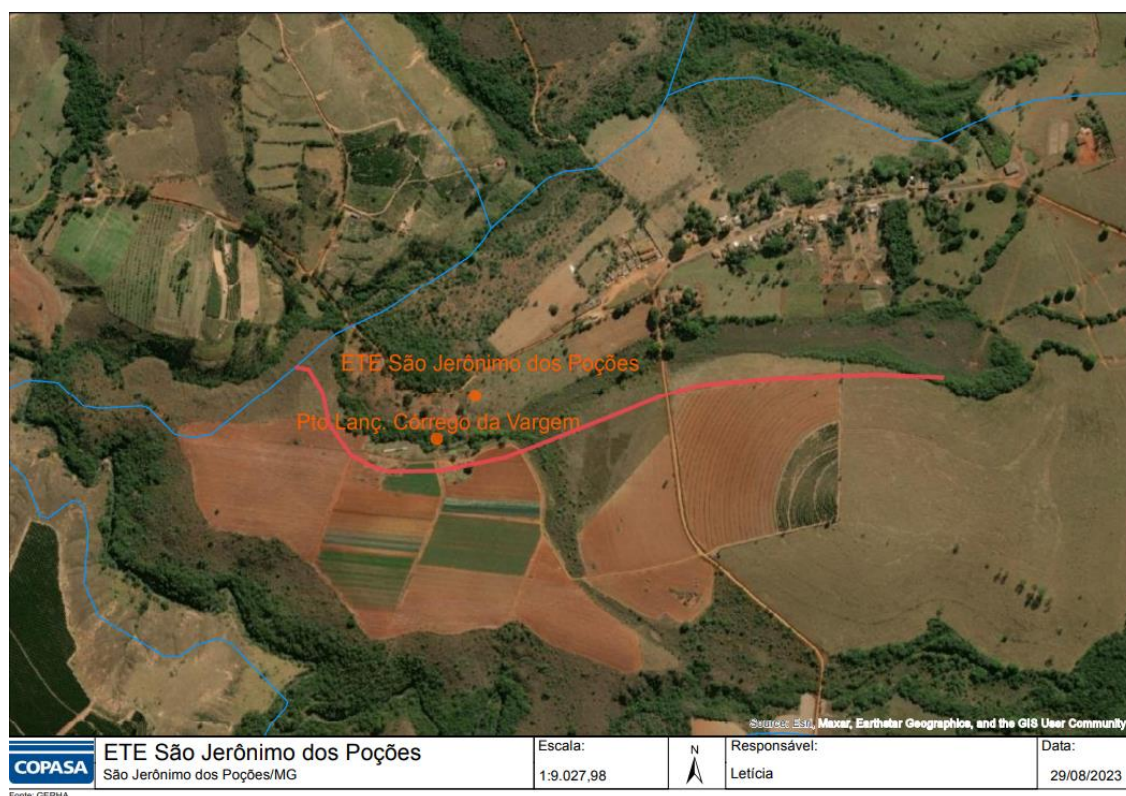
Fonte: COPASA MG, 2023

ii. São Jerônimo dos Poções

No distrito de São Jerônimo dos Poções, o corpo hídrico que será utilizado para

lançamento do efluente tratado da futura ETE é o córrego da Vargem, inserido na circunscrição hidrográfica CH PN2 – Rio Araguari, aproximadamente nas coordenadas 19°34'40.86" S de latitude e 46°12'32.66 O, conforme ilustrado na Figura 258.

Figura 258 – Representação do Córrego da Vargem que receberá o efluente em São Jerônimo dos Poções/MG



Fonte: COPASA MG, 2023

2) Avaliação dos aspectos ambientais relacionados ao Corpo Receptor

As áreas de vegetação ao longo dos cursos d'água, conhecidas como matas ciliares, desempenham importante papel na manutenção de uma boa qualidade de água e, diante disso, elas estão enquadradas na categoria de áreas de preservação permanente (APP), conforme a Lei de Proteção de Vegetação Nativa (Lei 12.561/2012) (BRASIL, 2012). Porém, há um processo histórico de degradação dessas áreas, seja para transformá-las em áreas de cultivo ou mesmo para o estabelecimento de imóveis e construções às margens dos cursos d'água. De acordo com essa lei é obrigatório promover a restauração dessas APPs hídricas considerando-se algumas diretrizes como a largura do curso d'água e o módulo fiscal

da propriedade por onde esse curso passa.

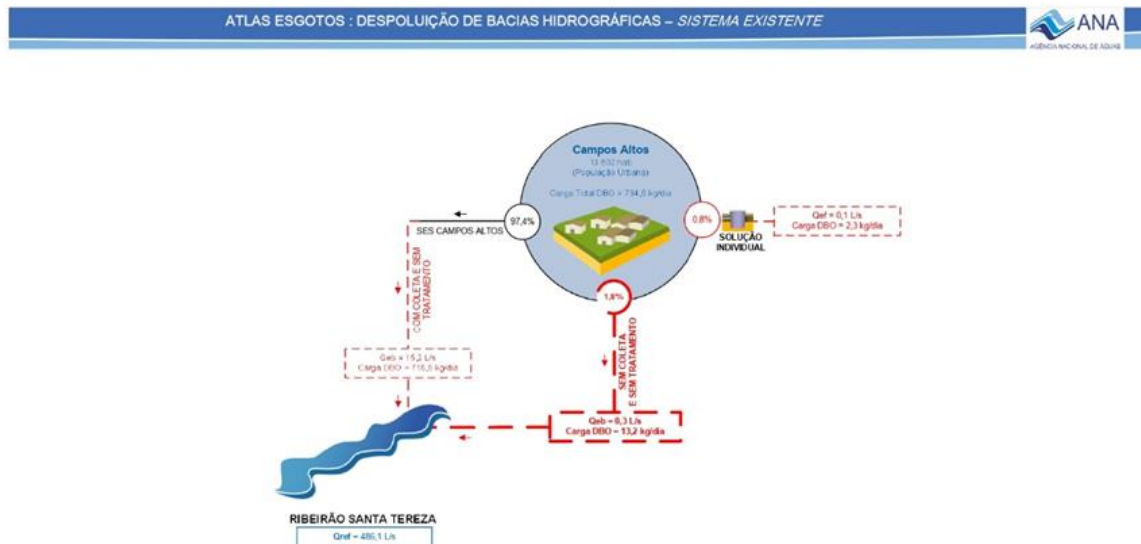
i. Sede

Na sede municipal, está localizado o principal Ribeirão, Santa Teresa, cujas nascentes se encontram a montante da sede, em área rural. Essa característica pode provocar uma pressão maior sobre os recursos hídricos, já que essas áreas têm predominância de cultivo agrícola que demanda grande quantidade de água para produção. Na área de lançamento dos efluentes tratados, a jusante da sede, o Ribeirão Santa Teresa apresenta pouca vegetação ciliar arbórea em suas margens, com maior presença de espécies pioneiras, principalmente as gramíneas exóticas.

O esgotamento sanitário é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

Segundo o Termo de Referência do Edital, 98% da população de Campos Altos tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário. Porém, embora o esgoto seja coletado, nenhuma parcela dele passa por qualquer tipo de tratamento, evidenciando a necessidade de investimentos no setor, conforme ilustração da Figura 259.

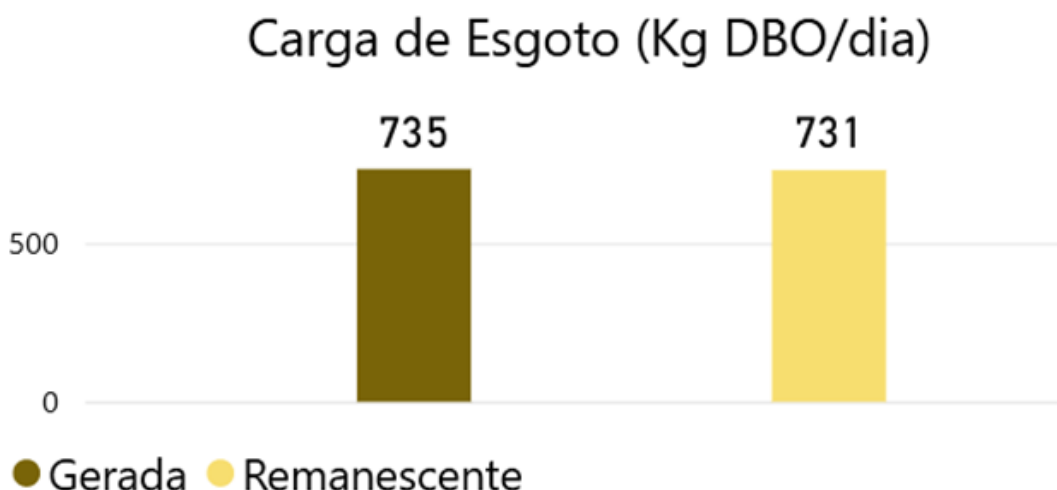
Figura 259 - Representação do sistema de esgotamento sanitário e lançamento de efluentes no Ribeirão Santa Teresa em Campos Altos/MG



Fonte: ANA, 2017.

De acordo com os dados fornecidos no Atlas Esgoto (ANA, 2017), a carga de DBO gerada é de aproximadamente 735 kg/dia no município de Campos Altos, Figura 260 e, devido à ausência de tratamento, esses esgotos sanitários são direcionados em sua totalidade para os córregos e para o solo.

Figura 260 – Representação da carga de DBO diária gerada em Campos Altos/MG



Fonte: ANA, 2017.

A falta de tratamento de esgotos sanitários provoca a poluição das águas, contaminação do solo e dos lençóis freáticos. Além disso, podem também reduzir a

capacidade de autodepuração do rio e, por consequência, tornar a água disponível inviável para tratamento ou para lançamento de efluentes tratados futuramente, levando à mudança da classe de enquadramento. Cabe ainda ressaltar que a falta de tratamento de esgotos facilita a transmissão de doenças de veiculação hídrica para a população.

O tratamento de esgotos sanitários objetiva a redução de matéria orgânica, de microrganismos patogênicos, dos sólidos em suspensão, bem como, em determinados casos, a remoção de nutrientes, evitando a contaminação do meio ambiente e contribuindo para a preservação.

O esgoto não tratado é uma das principais fontes de poluição de corpos hídricos no Brasil.

ii. São Jerônimo dos Poções

Em São Jerônimo dos Poções, está localizado o Córrego da Vargem que deságua no Córrego do Corrêa, considerados afluentes do rio Misericórdia.

A região é predominantemente rural, com cultivo de batata e café. Essa característica pode provocar uma pressão maior sobre os recursos hídricos já que o cultivo agrícola demanda grande quantidade de água para produção.

No ambiente rural, não se pode pensar em agricultura e desenvolvimento sustentável sem que haja um equilíbrio entre oferta e demanda de água. Para tanto, cuidados devem ser tomados para que seu uso seja racional, o que implica vencer desafios para o estabelecimento adequado das técnicas de manejo que envolvem seus múltiplos usos e também esforços em minimização de riscos, principalmente para evitar contaminações e a eutrofização – surgimento excessivo de organismos como algas e cianobactérias – desses recursos.

A área escolhida para o de lançamento dos efluentes tratados da futura ETE, apresenta vegetação ciliar arbórea em suas margens. Em São Jerônimo dos Poções não há tratamento do esgoto e também não apresenta sistema coletivo de coleta de esgoto. O atendimento é feito por fossas negras individuais.

A inexistência de um sistema eficiente de coleta e tratamento de esgotos sanitários sujeita a população a viver em condições insalubres e com a possibilidade real de ter

sua saúde comprometida por doenças de veiculação hídrica. O lançamento de esgoto em fossas inadequadas, na rede pluvial ou a céu aberto contribuem para a deterioração da qualidade da água dos corpos hídricos, contaminação do solo e dos lençóis freáticos. Além disso, podem também reduzir a capacidade de autodepuração do rio e, por consequência, tornar a água disponível inviável para tratamento ou para lançamento de efluentes tratados futuramente, levando à mudança da classe de enquadramento.

O tratamento de esgotos sanitários objetiva a redução de matéria orgânica, de microrganismos patogênicos, dos sólidos em suspensão, bem como, em determinados casos, a remoção de nutrientes, evitando a contaminação do meio ambiente e contribuindo para a preservação.

A Figura 261 ilustra o Córrego da Vargem, que será utilizado como corpo receptor dos efluentes tratados pela ETE proposta.

Figura 261– Vista aérea do Córrego da Vargem



Fonte: COPASA, 2023.

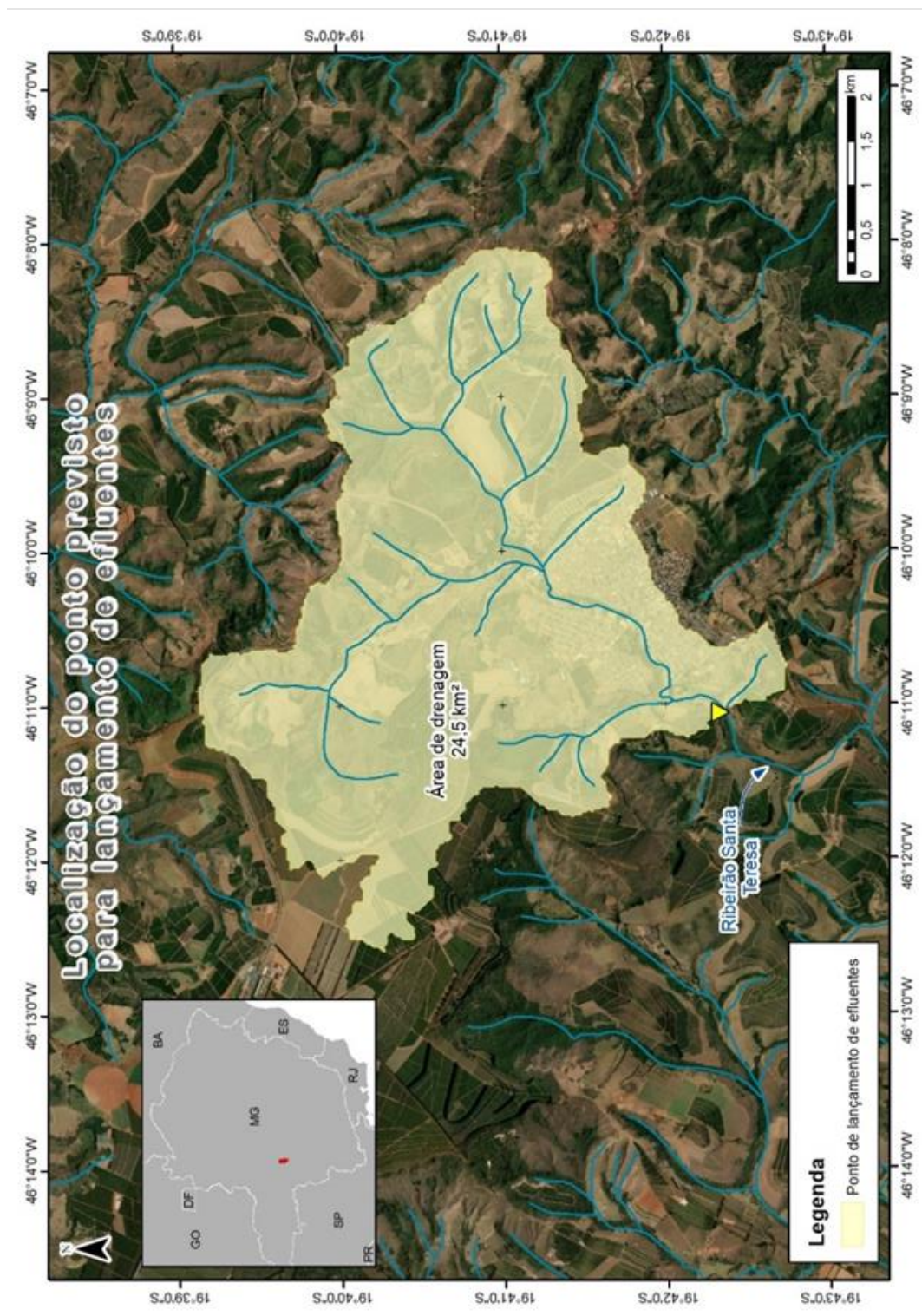
3) Caracterização do(s) corpo(s) receptor(es) quantitativamente e qualitativamente

i. Sede

De acordo com o Termo de Referência deste processo licitatório, atualmente o sistema de esgotamento sanitário do município de Campos Altos coleta cerca de 98% dos esgotos gerados na área urbana, mas não há tratamento do efluente. Prevê-se a implantação de uma estação de tratamento de esgotos próximo ao Ribeirão Santa Teresa, a jusante da sede municipal, com localização aproximada nas coordenadas 19°41'59.64"S e 46°10'52.19" O.

Para estimativa da vazão $Q_{7,10}$ no ponto previsto para implantação da ETE, foi adotada a vazão específica $q_{7,10}$ calculada conforme metodologia apresentada no item 1.a.4 cujo valor estimado é de 5,3 L/s.km². Dado que a bacia de drenagem do ponto previsto para lançamento dos efluentes é de cerca de 24,5 km², conforme mostrado na Figura 262, a vazão $Q_{7,10}$ calculada para o ponto de lançamento é de 130,7 L/s.

Figura 262 – Localização do ponto de lançamento de efluentes previsto para a ETE a ser implantada em Campos Altos/MG (sede)



Fonte: COPASA MG, 2023

De acordo com a Agência Nacional de Águas – ANA, a UPGRH PN2 – Rio Araguari

ainda está em processo de enquadramento. Desta forma a DN COPAM/CERH-MG Nº 8, de 21 de novembro de 2022 no seu Art. 37 define que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2.

Art.37 – Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação de classe mais rigorosa correspondente.

Foi realizada coleta no dia 22/03/2023 para verificação da qualidade das águas do futuro corpo receptor da ETE - Ribeirão Santa Teresa – conforme Tabela 30. Os resultados foram comparados com os padrões estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº8 de 21 de novembro de 2022 e constatou-se que todos os resultados estão em conformidade com os limites da referida legislação, para corpos d'água classe 2, com exceção do parâmetro E.coli.

Tabela 30 – Resultado das análises do corpo receptor

Município: Campos Altos /MG ETE 01_Campos Altos Manancial: Corpo Receptor – Classe 2			
Parâmetro	Unidade	V.M.P.	Data coleta
			22/03/2023
Cianetos	mg/L	0,005	< 0,001
Fenóis	mg/L	0,003	< 0,002
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	39,0
Alumínio Dissolvido	mg/L Al	0,1	< 0,05
Ferro Dissolvido	mg/L Fe	0,3	0,14
Fluoreto	mg/L F	1,4	<0,5
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,05
pH	-	6,0-9,0	6,82
Sulfatos	mg/L SO ₄	250	<2,0
Nitrito	mg/L N	1	0,038
Nitrato	mg/L N	10	<1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7	<1,0 mg/L N
ATA	mg/L	0,5	<0,30
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,08
Cloretos	mg/L Cl ⁻	250	<3,0
Cor Verdadeira	CU	75	6
Turbidez	UNT	100	11,0
DBO	mg/L O ₂	<5	2,1
DQO	mg/L O ₂	-	<30
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	>5	5,5 mg/L O
E. Coli	NMP/100mL	1.000	3,00E+05

Fonte: COPASA MG, 2023

Cabe ressaltar que a presença de concentrações elevadas de E.coli nas águas do Ribeirão Santa Teresa evidencia a contaminação fecal de suas águas, uma vez que atualmente os esgotos são lançados in natura nos córregos do município.

A capacidade de um corpo de água em retomar suas condições naturais após receber difusa ou pontualmente despejos de águas residuárias é chamada de autodepuração. Este fenômeno ocorre por meio de mecanismos físicos, químicos e biológicos e depende fundamentalmente de características naturais específicas dos cursos de água, as quais são determinantes para a potencialização dos efeitos dos referidos mecanismos. Da mesma maneira, este fenômeno é limitado pelas características dos

efluentes tratados em termos de vazão de lançamento e, ademais, das concentrações dos parâmetros de qualidade mais proeminentes, diretamente associados ao desempenho dos sistemas de tratamento.

O corpo receptor apresenta qualidade compatível ao uso pretendido e entende-se que o tratamento proposto contribuirá significativamente para a melhoria da qualidade das águas do Ribeirão Santa Teresa, devido à diminuição dos lançamentos in natura e remoção de matéria orgânica.

ii. São Jerônimo dos Poções

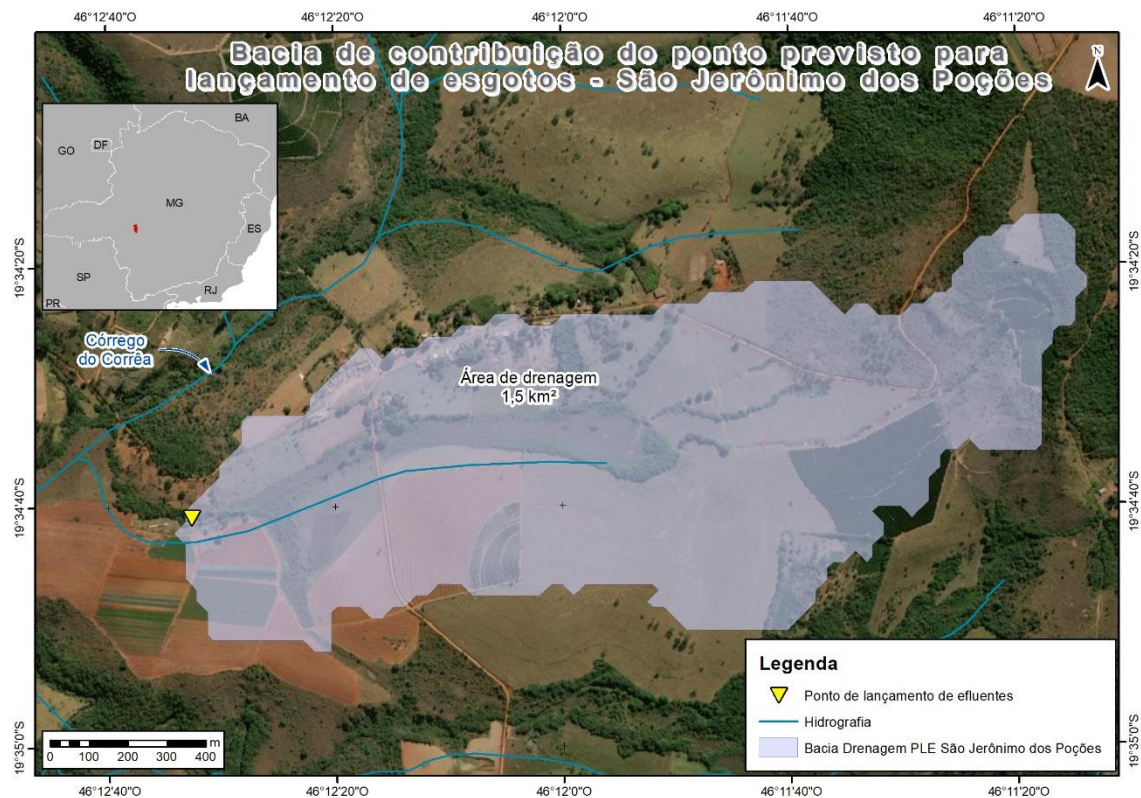
O Distrito de São Jerônimo dos Poções não conta com sistema público de esgotamento sanitário, sendo que as 42 residências existentes possuem fossas individuais. A localidade também não possui Rede Coletora, Estações Elevatórias de Esgoto e Estações de Tratamento de Esgoto.

Propõem-se a implantação de uma ETE com localização aproximada nas coordenadas 19°34'38.20"S de latitude e 46°12'29.85"O de longitude.

O corpo receptor da ETE São Jerônimo dos Poções denomina-se córrego da Vargem e pertence a CH PN2 – Rio Araguari, que ainda está em processo de enquadramento. Desta forma a DN COPAM/CERH-MG Nº 8, de 21 de novembro de 2022 no seu Art. 37 define que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2.

O ponto previsto para o lançamento de efluentes localiza-se nas coordenadas 19°34'40,86" S e 46°12'32,66" O, conforme apresenta a Figura 263.

Figura 263 – Localização do ponto de lançamento de efluentes previsto para a ETE a ser implantada em Campos Altos – Distrito de São Jerônimo dos Poções



Fonte: COPASA MG, 2023

O ponto em questão conta com bacia de drenagem de cerca de 1,5 km². Assumindo-se a mesma vazão específica $q_{7,10}$ estimada para a sede do município, igual a 5,3 L/s.km², a vazão $Q_{7,10}$ calculada para o ponto de interesse é de 8,0 L/s.

Foi realizada pela COPASA MG uma amostragem no dia 17/08/2023 para verificação da qualidade das águas do futuro corpo receptor da ETE – Córrego da Vargem – conforme Tabela 31.

Tabela 31 – Resultados das análises do corpo receptor

Localidade: São Jerônimo dos Poções/MG. Manancial: Córrego da Vargem - Corpo Receptor – Classe 2			
Parâmetro	Unidade	V.M.P.	Data coleta
			17/08/2023
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	<25,0
pH	-	6,0-9,0	5,9
Nitrato	mg/L N	10	<1,0
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7	<1,0
ATA	mg/L	0,5	1,54
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,05
Cloretos	mg/L Cl-	250	40,0
Turbidez	UNT	100	27,0
DBO	mg/L O2	<5	5,0
DQO	mg/L O2	-	<30,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	>5	<3,0
<i>E. coli</i>	NMP/100mL	1.000	22,0

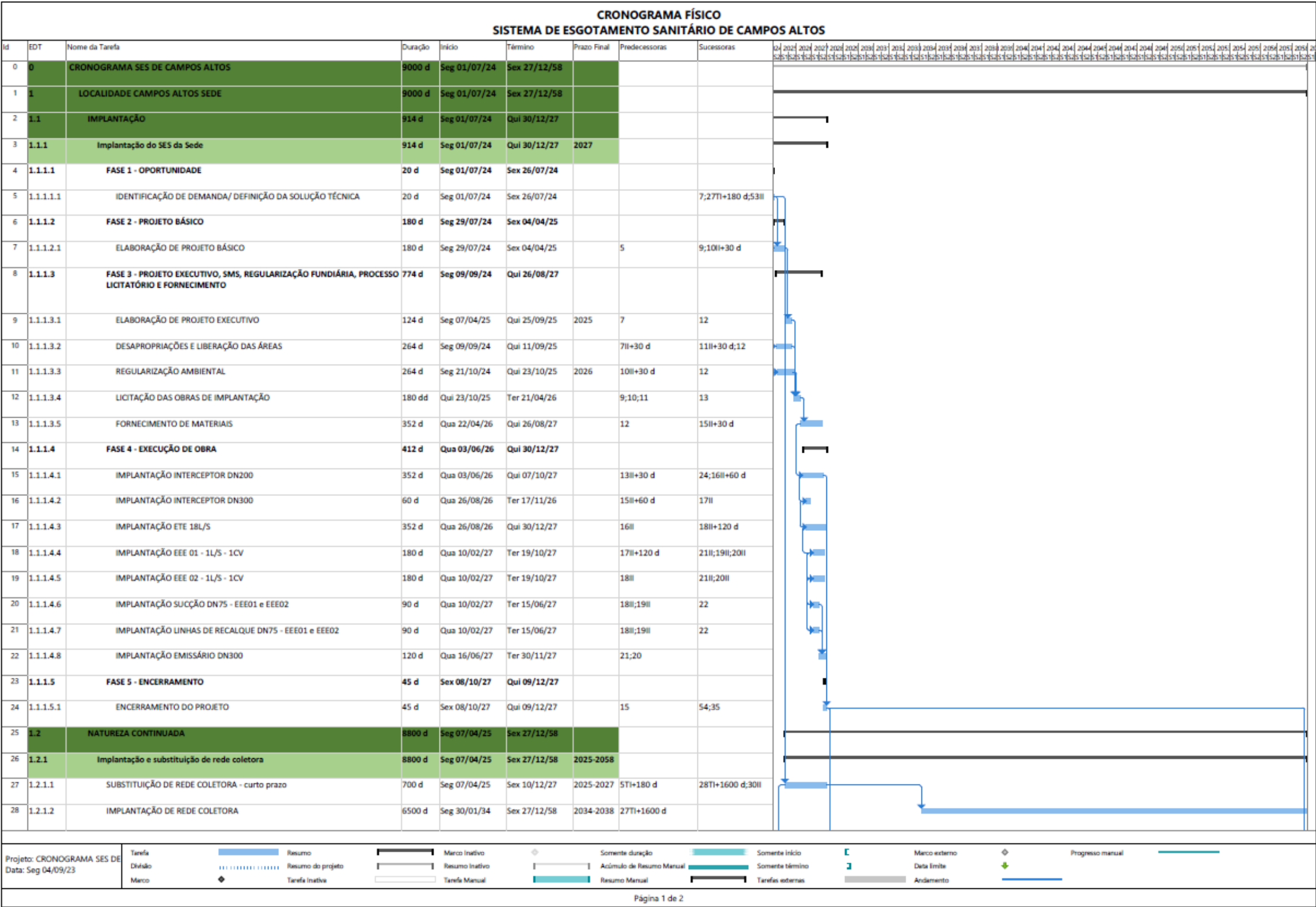
Fonte: COPASA MG, 2023

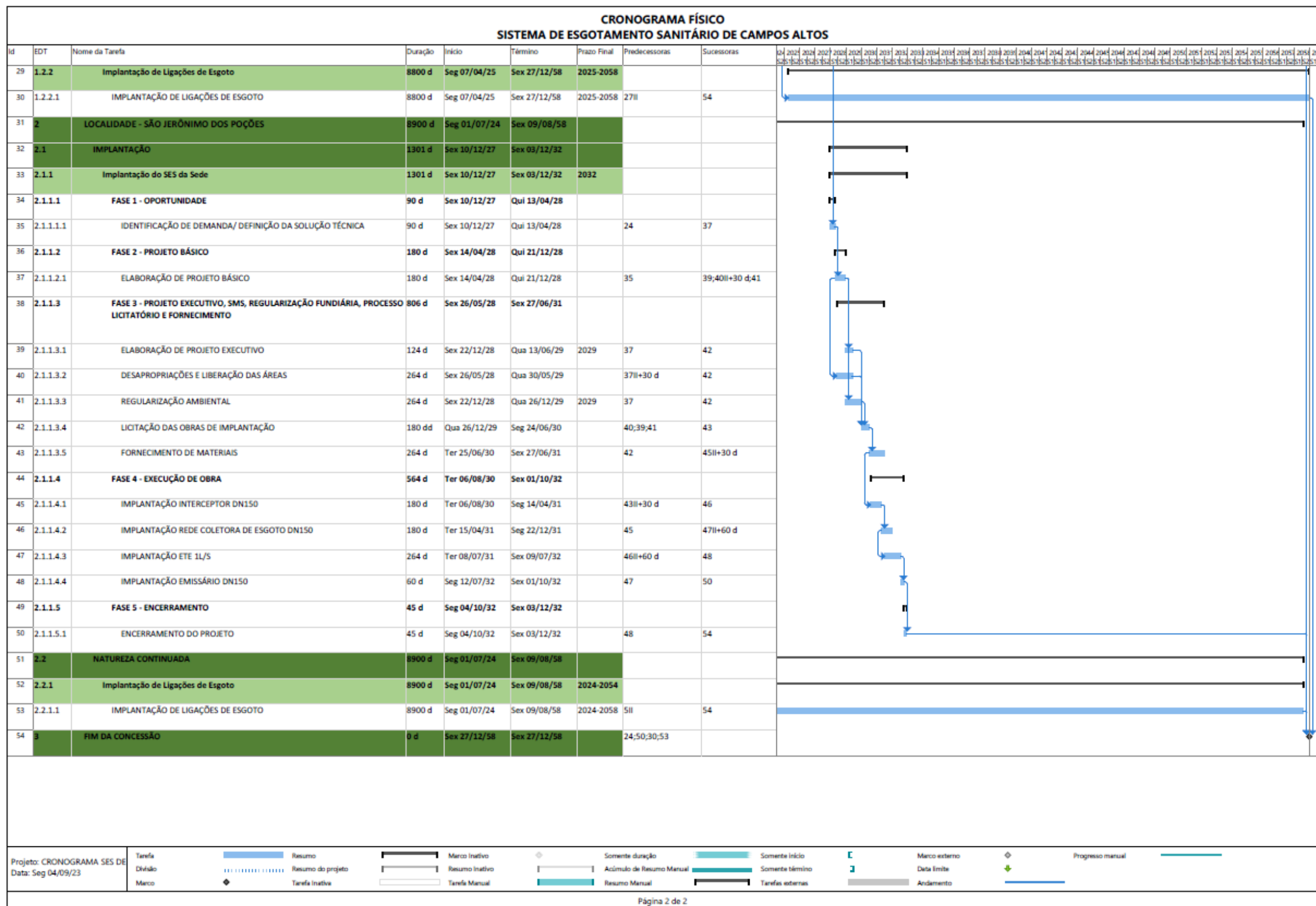
Os resultados foram comparados com os padrões estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº8 de 21 de novembro de 2022 e constatou-se que a maior parte dos resultados estão em conformidade com os limites da referida legislação para corpos d'água classe 2.

O corpo receptor apresenta qualidade compatível ao uso pretendido e entende-se que o tratamento proposto contribuirá significativamente para a melhoria da qualidade das águas do córrego da Vargem, devido à diminuição dos lançamentos *in natura* e remoção de matéria orgânica.

2f) Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário

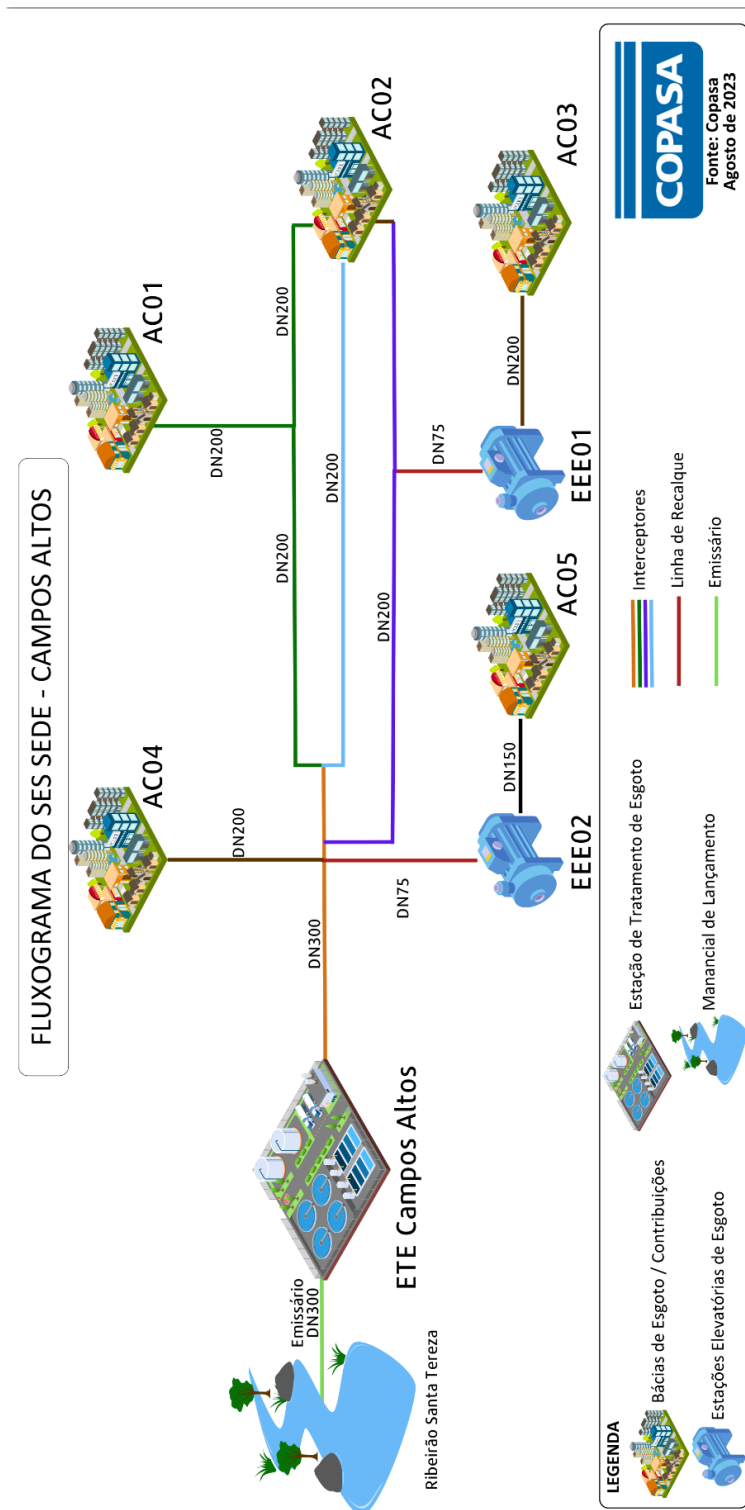
1) Cronograma Físico das soluções e obras propostas para o sistema de esgotamento sanitário com a previsão do início e término das obras





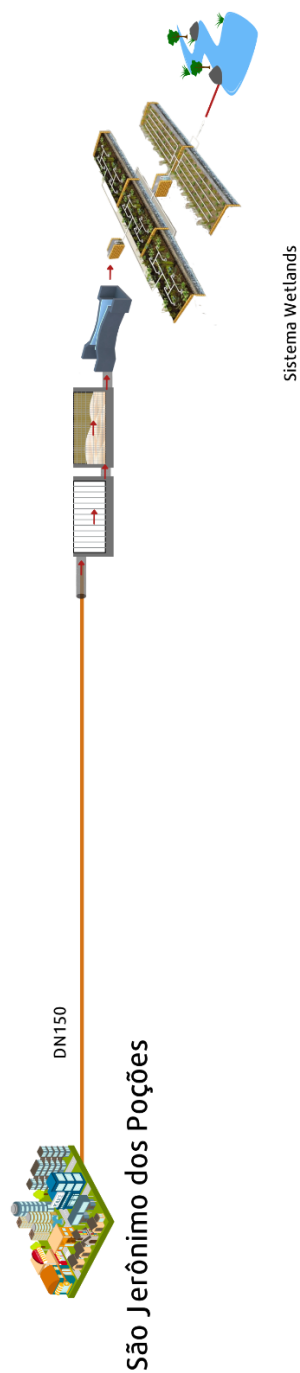
2) Croqui/fluxograma dos sistemas de esgotamento sanitário propostos

i. Sede

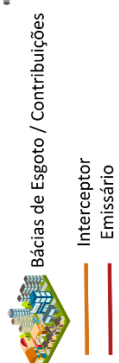


ii. São Jerônimo dos Poções

FLUXOGRAMA DO SES DISTRITO - SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES



LEGENDA



Sistema Wetlands



Corpo receptor



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional das Águas. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas.** Brasília, 2017. Disponível em: http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Sistema_Atual/Campos_Altos.pdf

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial {da} República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. **Reatores Anaeróbios: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**, V.5. 2.ed. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2007.

Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG. Disponível em: www.copasa.com.br. Acesso em 20 de março de 2023.

NASCIMENTO, M.C.P. (2001). **Filtro Biológico Percolador de Pequena Altura de Meio Suporte Aplicado ao Pós - Tratamento de Efluente de Reator UASB.** Tese de M.Sc. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 124p.

ALMEIDA, E.P.C.; SANTOS, H.G; ZARONI, M.J. **Latossolos Vermelho-Amarelos.** 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-vermelho-amarelos>

ALMEIDA, E.P.C.; SANTOS, H.G; ZARONI, M.J. **Latossolos Vermelho-Amarelos.** 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-vermelho-amarelos>

ARSAE. **Resolução ARSAE-MG 129.** 2019. Disponível em: http://arsae.mg.gov.br/images/documentos/legislacao/2019/Resolu%20ARSAE_MG%20n129.2019_gua.pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.

ARSAE. **Resolução ARSAE-MG 130.** 2019. Disponível em: http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/legislacao/2019/Resolucao%20ARSAE_MG%20n130.2019_Esgoto.pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419:** Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro: Abnt, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649:** Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12208:** Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto — Requisitos. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209:** Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 2011.

AZEVEDO NETO, José Mariano de; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández y. **Manual de Hidráulica.** 9. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

AZEVEDO NETO, José Mariano de; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández y. **Manual de Hidráulica.** 9. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

BENNETI, A.D.; LANNA, A.E.L; COBALCHINI, M.S. Metodologias para determinação de vazões ecológicas em rios. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 02, p. 149-160, 2003. p. 12. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/231246>

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Igam, p. 417, 2012.

MARTINS, F.B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D.F.; REBOITA, M.S. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: Cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia.** Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p. 129-156, 2018. Disponível em: 10.5380/abclima.v1i0.60896.

MARTINS, F.B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D.F.; REBOITA, M.S. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: Cenário atual e projeções futuras.** *Revista Brasileira de Climatologia*. Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p. 129-156, 2018. Disponível em: 10.5380/abclima.v1i0.60896.

MINAS GERAIS. **Lei nº 21.972**, de 21 de janeiro de 2016. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA – e dá outras providências. Belo Horizonte: Minas Gerais [2016]. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40095> Acesso em: 23 de mar. de 2023.

MOTTA, P. E.; BARUQUI, A.M.; SANTOS, H.G. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

MOTTA, P. E.; BARUQUI, A.M.; SANTOS, H.G. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

Projeto MapBiomias – **Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Cerrado** – Coleção 7, 2022. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>

Projeto MapBiomias – **Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Cerrado** – Coleção 7, 2022. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>

Von Sperling, M.; Sezerino, P.H. (2018). **Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil.** Boletim Wetlands Brasil, Edição Especial, dezembro/2018. 65 p. ISSN 2359-0548. Disponível em: <<http://gesad.ufsc.br/boletins/>>.

Von Sperling, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, Volume 4: Lodos Ativados, V.4.** Belo Horizonte, Editora UFMG, 2016.

Wetlands Construídos Ltda. Disponível em: <<https://www.wetlands.com.br/empresa>>. Acesso em: 25 de ago. 2023.



TERMO DE ENCERRAMENTO

À

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS ALTOS

Ref.: CONCORRÊNCIA PÚBLICA Nº 01/2023

OBJETO: Concessão da Prestação dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Município de Campos Altos – MG

Prezados Senhores,

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG, CNPJ: 17.281.106.0001/03, com sede a Rua Mar de Espanha, Nº 525, Santo Antônio, Belo Horizonte/MG, vem através de seus representantes legais, abaixo assinados, informar que há, nesse volume, 342 (trezentos e quarenta e duas) páginas numeradas, ordenadas e rubricadas, inclusive esta.

Belo Horizonte, 20 de setembro de 2023.

Guilherme Augusto Duarte de Faria

Diretor Presidente

Carlos Augusto Botrel Berto

Diretor Financeiro e de Relações com Investidores